Olmeca e Shang: l'ipotesi dei contatti transpacifici nell'età del Bronzo

Un'analisi critica interdisciplinare

INTRODUZIONE

I.1 Una domanda che la disciplina non ha voluto fare

Alcune domande una disciplina scientifica riesce a tollerarle solo a condizione di non affrontarle davvero. Appartengono a quel repertorio di problemi che ogni campo del sapere accademico gestisce non attraverso la confutazione rigorosa, bensì attraverso il silenzio organizzato: vengono collocate al margine del discorso legittimo, associate per contagio metonimico a tradizioni pseudoscientifiche più vistose, e infine lasciate a circolare in uno spazio liminale dove non possono né essere definitivamente smentite né essere prese sul serio senza costi reputazionali per chi vi si accosti.

La questione dei possibili contatti transpacifici tra la civiltà olmeca della Mesoamerica e la Cina della tarda dinastia Shang appartiene precisamente a questa categoria. Il nucleo della disputa è, nella sua formulazione più secca, il seguente: alcuni simboli presenti in contesti olmechi del II–I millennio a.C., localizzati principalmente nell'area costiera del Golfo del Messico, mostrano somiglianze morfologiche con caratteri della scrittura cinese su osso oracolare (*jiaguwen*, 甲骨文) della tarda fase Shang, databile con precisione al periodo 1250–1046 a.C. La tesi più sistematica in questa direzione è stata elaborata da Mike Xu nel volume *Origin of the Olmec Civilization* (1996) e in una serie di articoli successivi.

Se ciò fosse dimostrato, le implicazioni sarebbero di portata straordinaria: si dovrebbe concludere che agenti umani, con ogni probabilità portatori della tradizione grafica Shang, attraversarono il Pacifico e interagirono con le popolazioni mesoamericane in un periodo compreso all'incirca tra il 1200 e il 900 a.C., lasciando tracce intelligibili nel repertorio simbolico olmeco.

La reazione della comunità accademica è stata di rigetto — ma di un rigetto che, a un esame ravvicinato, rivela una struttura argomentativa meno solida di quanto le sue forme retoriche lascino intendere.

I.2 Una mappa epistemologica del problema

Prima di entrare nel merito, è necessario costruire una mappa epistemologica precisa del problema che ci si accinge ad affrontare. Il dibattito sui contatti transoceanic precolombiani non è un dibattito unitario: esso si compone di almeno quattro strati distinti, che devono essere tenuti separati per evitare le confusioni argomentative che affliggono sia i sostenitori sia i critici della tesi.

Strato 1 — Fattibilità fisica: il Pacifico era attraversabile con le tecnologie nautiche del II millennio a.C.? Questo è un problema empirico ben definito, affrontabile attraverso la fisica dell'oceanografia, l'archeologia delle imbarcazioni, e le simulazioni computazionali

di deriva. Come si mostrerà nel Capitolo V, la risposta è positiva: la traversata era tecnicamente possibile, almeno lungo le rotte del Pacifico settentrionale sfruttando la corrente del Kuroshio. Questa risposta non implica che la traversata avvenne, ma elimina l'impossibilità di principio.

Strato 2 — Plausibilità storica: esistono popolazioni dell'Asia orientale del II millennio a.C. che avessero motivazione, tecnologia e opportunità per intraprendere o subire accidentalmente una traversata transpacifica? Questo è un problema storico-archeologico che richiede valutazione delle culture costiere dell'Asia nordorientale, delle dinamiche politiche Shang, e della distribuzione geografica delle rotte di navigazione. Come si mostrerà nei Capitoli I e V, la risposta è parzialmente positiva ma con significative qualificazioni: la civiltà Shang era continentale, non marittima, il che non esclude ma riduce la probabilità.

Strato 3 — Evidenza positiva: esistono tracce materiali, biologiche o genomiche di contatto nell'area olmeca che non possono essere spiegate senza riferimento a influenze asiatiche? Questo è il cuore del problema empirico. Come si mostrerà nei Capitoli IV, V e VI, la risposta attuale è: tracce grafiche potenziali ma statisticamente non convincenti; assenza di tracce materiali, botaniche, zoologiche e genomiche positive. L'asimmetria tra questi domini è il dato empirico più importante della monografia.

Strato 4 — Sociologia del rigetto: perché l'accademia ha risposto con il silenzio piuttosto che con la confutazione? Questo non è un problema empirico nel senso degli strati precedenti, ma è una domanda storicamente e metodologicamente legittima sulla produzione della conoscenza scientifica. Come si mostrerà nel Capitolo VII, la risposta incorpora fattori istituzionali, storici e politici che sono analizzabili con i metodi della sociologia della scienza.

La struttura a quattro strati ha una conseguenza metodologica importante: le risposte ai quattro strati sono parzialmente indipendenti. Una risposta negativa allo Strato 3 (assenza di evidenza positiva) non implica una risposta negativa allo Strato 1 (impossibilità fisica). Una risposta affermativa allo Strato 4 (il rigetto è parzialmente ideologico) non implica una risposta affermativa allo Strato 2 (plausibilità storica). Chi confonde questi strati — i sostenitori della tesi quando usano la fattibilità fisica come supporto dell'evidenza positiva; i critici quando usano l'assenza di evidenza materiale come confutazione della plausibilità storica — commette un errore logico strutturale che questa monografia si propone di evitare sistematicamente.

I.3 Il contesto storiografico: ascesa e caduta del diffusionismo

Nessuna analisi della questione dei contatti Shang-Olmeca può prescindere da una comprensione precisa della storiografia del diffusionismo e del suo discredito nel corso del Novecento — comprensione che costituisce il presupposto implicito di ogni giudizio contemporaneo sull'argomento.

I.3.1 Il diffusionismo vittoriano e la sua matrice evolutiva

Il diffusionismo come paradigma esplicativo nelle scienze dell'uomo emerse nel contesto intellettuale del tardo Ottocento, in stretta relazione con l'evoluzionismo culturale di Herbert Spencer e con l'antropologia comparata di Edward Tylor (1832–1917). Tylor, nel suo *Primitive Culture* (1871), aveva proposto una concezione dell'evoluzione culturale come processo universale e unilineare: tutte le culture umane percorrono le stesse tappe — dalla "savagery" alla "barbarism" alla "civilization" — e le somiglianze culturali tra popolazioni geograficamente distanti possono riflettersi sia in convergenza parallela (stesse risposte a stessi problemi universali) sia in diffusione (trasporto di elementi da un centro di origine verso la periferia).

Il problema della "psychic unity of mankind" — la convinzione che le menti umane, ovunque e in qualsiasi cultura, tendano a produrre le stesse soluzioni a problemi analoghi — era il principale strumento argomentativo contro il diffusionismo eccessivo: se la psicologia cognitiva umana è universale, la convergenza indipendente è sempre una spiegazione alternativa disponibile per qualsiasi somiglianza culturale. Ma la convergenza non può essere invocata senza limiti: due culture indipendenti possono convergere verso soluzioni analoghe per la ruota, l'agricoltura o l'arco, ma è molto meno probabile che convergano verso lo stesso sistema di scrittura logo-fonografico con le stesse convenzioni di composizione dei caratteri.

I.3.2 L'iperdiffusionismo di Smith e Perry: anatomia di un fallimento

L'**iperdiffusionismo** del primo Novecento — nella versione di **Grafton Elliot Smith** (1871–1937, anatomista australiano) e **William James Perry** (1887–1949) — costituisce la catastrofe intellettuale che ha condizionato l'atteggiamento accademico verso le ipotesi di diffusione culturale per i successivi settant'anni. La sua analisi dettagliata è necessaria per comprendere perché il pendolo intellettuale abbia oscillato così lontano nella direzione opposta.

Smith, specialista di anatomia del cervello e dell'evoluzione umana, sviluppò a partire dalla sua esperienza in Egitto (*The Ancient Egyptians and the Origin of Civilization*, 1911; *The Diffusion of Culture*, 1933) la tesi che **tutte le civiltà complesse del mondo fossero derivate dalla civiltà egizia** attraverso ondate di diffusione culturale. La teoria era nota come **"eliolitica"** (dal greco *hélios*, sole, e *líthos*, pietra) per i presunti culti solari e le costruzioni megalitiche che Smith identificava ovunque come marcatori della diffusione egizia: le piramidi maya, le statue di Rapa Nui, i templi cambogiani, i dolmen europei, i tumuli delle praterie nordamericane — tutti erano, secondo Smith e Perry, prove di una diffusione globale con epicentro in Egitto.

I difetti metodologici dell'iperdiffusionismo eliolitico sono istruttivi perché definiscono, per contrasto, i criteri di una buona analisi comparativa:

1. **Genericità dei paralleli**: i paralleli addotti da Smith e Perry erano quasi invariabilmente a livello di categorie vastissime e universali — "culti del sole",

"costruzioni in pietra", "mummificazione", "sacrificio umano", "serpente come simbolo cosmico". Queste categorie sono tanto ampie da includere praticamente qualsiasi pratica rituale in qualsiasi cultura, rendendo i paralleli informativamente vuoti.

2. **Selezione confermativa**: Smith e Perry selezionavano i paralleli che supportavano la tesi e ignoravano le differenze. La metodologia era l'opposto di un test scientifico: anziché cercare osservazioni che potessero falsificare la tesi, cercavano osservazioni che la confermassero.

3. **Assenza di meccanismo specifico**: la "diffusione" era postulata senza specificare il meccanismo concreto — chi trasportò cosa, quando, attraverso quale rotta. In assenza di un meccanismo specifico e verificabile, la tesi non era falsificabile.

4. **Motivazione coloniale**: l'iperdiffusionismo aveva un sottotesto ideologico esplicito — le popolazioni non europee non erano capaci di sviluppare autonomamente civiltà complesse — che infettava le analisi empiriche con pregiudizi di selezione sistematici.

La critica degli antropologi funzionalisti — in particolare di **Bronisław Malinowski** (1884–1942) e **Alfred Reginald Radcliffe-Brown** (1881–1955) — demolì l'iperdiffusionismo come sistema teorico negli anni Trenta e Quaranta. La critica funzionalista sottolineava che un elemento culturale non può essere compreso fuori dal suo sistema funzionale: trasportare un simbolo grafico da una cultura all'altra senza trasportare il suo intero contesto funzionale (lingue, istituzioni, pratiche rituali) produce non una "diffusione" ma una ri-funzionalizzazione, cioè una ri-creazione. Questa critica era corretta contro l'iperdiffusionismo eliolitico, ma veniva spesso estesa in modo eccessivo a qualsiasi ipotesi di contatto culturale a grande distanza.

I.3.3 La reazione anti-diffusionista e l'isolazionismo americanista

Il discredito dell'iperdiffusionismo eliolitico produsse nell'antropologia americana — dominante negli studi sulle civiltà del Nuovo Mondo dalla metà del Novecento — una posizione di **isolazionismo metodologico** che può essere caratterizzata come segue: le civiltà del Nuovo Mondo si svilupparono in completo isolamento dall'Antico Mondo fino al 1492, e qualsiasi ipotesi di contatto precolombiano è sospetta per associazione con la tradizione pseudoscientifica di Smith e Perry.

Questa posizione fu codificata nelle opere fondative dell'antropologia americanista del dopoguerra. **Gordon Willey** e **Philip Phillips**, in *Method and Theory in American Archaeology* (1958), enunciarono il principio che le somiglianze culturali tra il Nuovo e il Vecchio Mondo devono essere spiegate per convergenza indipendente, salvo prova contraria assoluta. **Michael Coe**, il principale sintetizzatore della cultura olmeca nel mondo anglosassone (*America's First Civilization*, 1968), assunse l'isolamento precolombiano come premessa metodologica irrinunciabile.

La coerenza interna di questa posizione è stata progressivamente erosa da scoperte empiriche che hanno reso insostenibile la versione più forte dell'isolazionismo:

- **Il contatto vichingo** (confermato archeologicamente da L'Anse aux Meadows, ca. 1000 d.C., pubblicato definitivamente da Helge Ingstad nel 1964–1977 e datato con dendrocronologia nel 2021 a 1021 d.C. ± 0): un contatto trans-atlantico precolombiano è ora accettato come fatto.
- **Il contatto polinesiano-sudamericano** (confermato genomicamente da Ioannidis et al., 2020, e botanicamente da Muñoz-Rodríguez et al., 2018): un contatto transpacifico precolombiano nella direzione Polinesia→America è ora accettato come fatto.
- **La colonizzazione pre-Clovis delle Americhe** (confermata dalla data AMS del sito di Monte Verde, Cile, ca. 14.600 a.C., e da numerosi siti successivi): le Americhe furono raggiunte molto prima e con maggiore complessità di traiettorie di quanto il modello "Clovis first" assumesse.

Ognuna di queste scoperte è stata inizialmente contestata dalla comunità americanista e poi accettata dopo l'accumulo di evidenze convergenti di qualità sufficiente. Il pattern ripetuto di resistenza iniziale e accettazione tardiva è significativo: suggerisce che il paradigma dell'isolamento non è una posizione derivata dall'evidenza ma una presupposizione metodologica che filtra l'evidenza stessa.

I.4 L'ipotesi Xu nel panorama del dibattito: posizionamento critico

I.4.1 La struttura della tesi e i suoi predecessori

La tesi di Mike Xu si inserisce in una tradizione di ricerca sui contatti trans-pacifici precolombiani che precede il suo lavoro di decenni. I principali predecessori rilevanti — con le loro forze e debolezze metodologiche — sono discussi nel Capitolo III; qui si propone un posizionamento della tesi Xu rispetto a questa tradizione più ampia.

Il dibattito sui contatti trans-pacifici precolombiani può essere schematizzato su un asse che va dalla **pseudoscienza palese** (Erich von Däniken: *Chariots of the Gods?*, 1968, con alieni come agenti dei trasferimenti culturali) alla **ricerca empirica rigorosa** (Ioannidis et al., 2020 sul contatto polinesiano-sudamericano). La posizione di Xu è collocabile **nella fascia intermedia** — né pseudoscienza né ricerca rigorosa — per le ragioni analizzate nel Capitolo III. Ma questa collocazione "intermedia" è essa stessa una descrizione di una struttura argomentativa imperfetta, non di un contenuto necessariamente sbagliato: molte scoperte scientifiche oggi accettate passarono attraverso una fase di formulazione imperfetta prima di ricevere il supporto metodologico necessario.

I.4.2 Perché questa tesi specifica merita esame

Non tutte le ipotesi eterodossi meritano il tipo di analisi approfondita che questa monografia dedica alla tesi di Xu. I criteri che giustificano questo investimento analitico sono tre:

Criterio 1 — Falsificabilità in linea di principio: la tesi di Xu è formulata in termini sufficientemente specifici da essere potenzialmente falsificabile. Le coppie glifiche sono un corpus concreto che può essere sottoposto ad analisi statistica; la navigazione transpacifica è un problema fisico affrontabile con modelli oceanografici; l'ascendenza genetica è rilevabile con strumenti genomici. Queste non sono le caratteristiche di una pseudoscienza.

Criterio 2 — Il problema genuino del corpus olmeco: indipendentemente dalla tesi di Xu, la questione della struttura del sistema grafico olmeco e del suo rapporto con altri sistemi grafici dell'età del Bronzo è un problema aperto e legittimo. Il Blocco di Cascajal è stato scoperto (o almeno pubblicato sistematicamente) nel 2006, e la sua analisi paleografica è ancora incompleta. La monografia offre l'occasione di contribuire a questa analisi indipendentemente dalla questione del contatto.

Criterio 3 — Il valore di caso di studio epistemologico: il trattamento della tesi di Xu da parte dell'accademia è, indipendentemente dal merito della tesi, un caso di studio illuminante sui meccanismi istituzionali di gestione delle ipotesi eterodossi. L'analisi di questi meccanismi ha valore metodologico che trascende il caso specifico.

I.5 Framework metodologico della monografia: principi e limitazioni

I.5.1 I cinque principi metodologici

Questa monografia è guidata da cinque principi metodologici esplicitati qui per permettere al lettore di valutarne l'applicazione nei capitoli successivi.

Principio 1 — Simmetria del burden of proof: come discusso nel Capitolo VII, l'ipotesi del contatto e l'ipotesi dell'isolamento sono trattate come ipotesi in competizione con probabilità *a priori* comparabili. L'isolamento totale non è la posizione di default: è anch'essa un'affermazione empirica sulla storia umana che richiede giustificazione.

Principio 2 — Separazione dei livelli argomentativi: i diversi strati dell'analisi (morfologico, semantico, storico-narrativo, oceanografico, genomico) sono valutati indipendentemente. La debolezza di uno strato non invalida automaticamente gli altri.

Principio 3 — Quantificazione esplicita dell'incertezza: ogni affermazione probabilistica è accompagnata da una stima esplicita dell'incertezza, espressa quando possibile come intervallo di confidenza o come intervallo di variazione dei parametri. L'uso di qualificatori vaghi come "improbabile" o "molto raro" è sostituito, dove possibile, da stime numeriche.

Principio 4 — Trasparenza sui limiti di competenza: chi scrive non è uno specialista né di cultura olmeca né di cinese arcaico. Ogni volta che la discussione tocca questioni per cui la competenza tecnica di un sinologo o di un mesoamericanista sarebbe insostituibile, il limite viene dichiarato esplicitamente e viene indicato il protocollo di ricerca che permetterebbe di superarlo.

Principio 5 — Distinguere confutazione da dismissal: una tesi è confutata quando l'evidenza empirica contro di essa supera l'evidenza a suo favore in modo statisticamente significativo. Una tesi è *dismissed* quando viene semplicemente ignorata o associata ad altre tesi screditate. Questa monografia si propone di confutare ciò che può essere confutato, e di dichiarare apertamente ciò che rimane aperto.

I.5.2 Una nota sulla struttura delle prove nella storia

Un problema metodologico generale che pervade tutta la monografia merita di essere affrontato esplicitamente nell'Introduzione: la struttura asimmetrica delle prove nella storia antica.

In un esperimento scientifico, l'assenza di un risultato atteso è evidenza contro l'ipotesi che lo prevedeva: se la teoria predice che X accadrà e X non accade, la teoria è indebolita o falsificata. Nella storia antica, l'assenza di evidenza è molto meno informativa: il record materiale che sopravvive fino ai nostri giorni è una frazione minuscola e non rappresentativa di ciò che esisteva. Si stima che delle strutture costruite dall'umanità prima del 1000 a.C., meno dello 0,001% sia sopravvissuto in forma identificabile come costruzione umana; per gli oggetti mobili (ceramica, metallo, osso) la proporzione è ancora più bassa in ambienti tropicali con suoli acidi.

Questo significa che l'argomento *ex silentio* — "non abbiamo trovato artefatti cinesi in contesti olmechi, quindi il contatto non avvenne" — ha un peso probatorio molto inferiore a quello che avrebbe in un contesto sperimentale. Il silenzio del record materiale è compatibile sia con l'assenza del fenomeno sia con l'impossibilità di rilevarlo dato lo stato del record. Per determinare quale delle due interpretazioni sia corretta, è necessario valutare la **probabilità di rilevazione** (*detection probability*) del fenomeno ipotizzato dati i metodi di scavo e analisi disponibili — una valutazione che raramente viene fatta esplicitamente nella letteratura sull'argomento.

La probabilità di rilevazione dipende da: - **Volume scavato** rispetto al volume totale del deposito: per i siti olmechi principali, la stima è del 2–5% (cfr. Capitolo I); - **Visibilità degli artefatti ipotizzati**: oggetti di bronzo in suoli tropicali acidi (pH 4,5–5,5) si degradano completamente in decenni o secoli, non in millenni; la giada e la ceramica sopravvivono meglio; - **Specificità degli indicatori ricercati**: le analisi paleobotaniche e paleozoologiche sistematiche finalizzate a rilevare specie di origine asiatica nei depositi olmechi non sono mai state condotte.

Data una stima plausibile di detection probability D per un ipotetico artefatto o resto biologico di origine asiatica in un contesto olmeco, la forza dell'argomento *ex silentio* è

proporzionale a D, non assoluta. Se D ≈ 0,01 (1% di probabilità di ritrovare un artefatto asiatico se esisteva), l'assenza di ritrovamenti è debolmente contraria alla tesi; se D ≈ 0,95, l'assenza è fortemente contraria. Nelle analisi che seguono, questo framework viene applicato sistematicamente per pesare il silenzio del record materiale.

I.6 Il benchmark metodologico: perché il caso polinesiano-sudamericano è il termine di confronto obbligato

Questa monografia utilizza sistematicamente il caso del **contatto polinesiano-sudamericano** come benchmark metodologico — il caso paradigmatico con cui confrontare sia la struttura dell'evidenza disponibile per l'ipotesi Shang-Olmeca sia il tipo di evidenza che sarebbe necessaria per rendere quest'ultima altrettanto convincente.

Le ragioni di questa scelta sono le seguenti:

1. **Analogia strutturale**: entrambi i casi ipotizzano un contatto transpacifico precolombiano che avrebbe lasciato tracce in un sistema simbolico o linguistico di una civiltà del Nuovo Mondo. Entrambi coinvolgono civiltà dell'età del Bronzo (o del periodo equivalente nel Pacifico) e popolazioni pre-colombiane delle Americhe.
2. **Verifica empirica riuscita**: il caso polinesiano-sudamericano è stato verificato con successo attraverso quattro linee di evidenza indipendenti (botanica, linguistica, genomica, zooarcheologica). Questo fornisce un modello operativo di cosa significa "dimostrare" un contatto trans-pacifico precolombiano.
3. **Parità temporale approssimativa**: il contatto polinesiano-sudamericano è datato attorno al 1150–1230 d.C. — molto più recente del contatto Shang-Olmeca ipotizzato, il che spiega in parte perché le tracce siano più visibili. Ma questa differenza temporale è essa stessa un'informazione metodologica: mostra come la ricercabilità di un contatto antico diminuisca con il tempo, e come questo fattore debba essere incorporato nella valutazione dell'evidenza.
4. **Accettazione da parte del mainstream**: poiché il caso polinesiano-sudamericano è ora parte del consenso scientifico, usarlo come benchmark è metodologicamente neutro rispetto alle posizioni delle parti nel dibattito Shang-Olmeca: nessun critico della tesi di Xu può accusare chi usa questo benchmark di voler riabilitare la pseudoscienza.

La distanza tra l'evidenza disponibile per i due casi — analizzata nel dettaglio nel Capitolo VI — è la misura più precisa disponibile del gap epistemico che l'ipotesi Shang-Olmeca deve colmare per essere accettata.

I.7 Un'analisi quantitativa preliminare: la probabilità *a priori* del contatto

Prima di entrare nel merito delle evidenze specifiche, è utile stimare la probabilità *a priori* del contatto — cioè la probabilità assegnabile all'ipotesi sulla base di considerazioni generali, prima di considerare le evidenze specifiche (morfologia glifico, oceanografia, genomica).

Questa stima segue un framework **bayesiano** molto semplificato: la probabilità *a posteriori* P(C|E) è proporzionale al prodotto della probabilità *a priori* P(C) e della verosimiglianza dell'evidenza dato il contatto P(E|C):

$P(C|E) \propto P(C) \cdot P(E|C)$

Per stimare P(C), possiamo usare la frequenza di base dei contatti trans-pacifici documentati nel periodo 3000 a.C.–1000 d.C.:

- Contatti documentati con evidenza forte: **1** (polinesiano-sudamericano, ca. 1200 d.C.)
- Contatti documentati con evidenza moderata: **0–1** (Lapita→Americhe per via indiretta, escluso dal computo)
- Finestre temporali disponibili per contatti (unità di 300 anni, approssimando la risoluzione della datazione): circa **13** finestre temporali nel periodo considerato

La frequenza di base grezza è quindi nell'ordine di 1/13 ≈ 0,077 per finestra temporale di 300 anni. Per la specifica finestra Shang-Olmeca (1250–900 a.C., circa 350 anni), questa frequenza di base produce P(C) ≈ 0,08–0,10.

Questo valore è puramente orientativo e soggetto a incertezze molto grandi, ma ha un'implicazione metodologica importante: la probabilità *a priori* del contatto Shang-Olmeca non è vicina a zero (come implicherebbe il paradigma dell'isolamento) né vicina a 1 (come sembrano sostenere alcuni difensori della tesi). È dell'ordine dell'8–10%, un valore che riflette la rarità ma non l'impossibilità di contatti trans-pacifici documentati nella preistoria.

Affinché le evidenze disponibili (somiglianze glificis, assenza di tracce materiali, assenza di segnali genomici) aggiornino questa probabilità *a priori* in modo significativo, devono avere un rapporto di verosimiglianza (*likelihood ratio*) sostanziale. Il compito dei capitoli centrali di questa monografia è precisamente quello di stimare questi rapporti di verosimiglianza per ciascun tipo di evidenza, e di produrre una stima *a posteriori* informata.

I.8 La struttura dell'opera: guida alla lettura

L'opera è strutturata in sette capitoli più questa Introduzione e le Conclusioni. La logica della struttura riflette una progressione dall'analisi del contesto (Capitoli I e II) all'analisi dell'evidenza specifica (Capitoli III, IV, V e VI) all'analisi meta-epistemologica (Capitolo VII).

Capitolo I descrive le due civiltà protagoniste — olmeca e Shang — nei loro rispettivi quadri storici, geografici e culturali. L'obiettivo non è la rassegna enciclopedica ma l'identificazione precisa delle proprietà di ciascuna civiltà rilevanti per la valutazione dell'ipotesi del contatto: la geografia dell'espansione Shang e la sua (non-)orientazione marittima; la cronologia olmeca e le finestre di sovrapposizione temporale; l'assenza di metallurgia del bronzo in Mesoamerica.

Capitolo II descrive i due sistemi grafici separatamente: la struttura interna del jiaguwen con analisi quantitativa della tassonomia liùshū, la variabilità allografica e orientazionale, la struttura sintattica dei testi divinatori; e lo statuto problematico dei "glifi olmechi", con particolare attenzione al Blocco di Cascajal.

Capitolo III è interamente dedicato alla tesi di Xu: ne espone il metodo, le premesse, il corpus di comparazioni, e ne ricostruisce la ricezione accademica, cercando di distinguere le critiche di merito da quelle di pertinenza sociologica.

Capitolo IV è il cuore analitico: propone un protocollo formale per valutare la significatività statistica delle somiglianze glificis attraverso metriche computazionali, analisi topologica e corpus di controllo. La conclusione principale è che le somiglianze morfologiche non superano la soglia di significatività statistica corretta per le comparazioni multiple.

Capitolo V affronta la fattibilità del contatto attraverso modelli oceanografici formali (trasporto lagrangiano, simulazioni Monte Carlo di deriva), analisi della tecnologia nautica del periodo, e analisi filogeografica comparata del caso polinesiano-sudamericano come benchmark.

Capitolo VI integra i dati della genomica delle popolazioni: analisi dei principali studi di paleogenomica mesoamericana, stima della rilevabilità di un eventuale segnale di ascendenza asiatica orientale, simulazione della perdita di segnale per deriva genetica su 3.000 anni.

Capitolo VII esce dal piano empirico per interrogarsi sulle ragioni strutturali del trattamento riservato a questa ipotesi nell'accademia contemporanea, collocando il caso nel contesto più ampio della sociologia della conoscenza scientifica.

Le **Conclusioni** sintetizzano i risultati attraverso tre verdetti distinti per tre livelli argomentativi, propongono un'agenda di ricerca prioritizzata, e discutono le implicazioni più ampie per la metodologia dell'analisi comparativa dei sistemi grafici.

CAPITOLO I

I protagonisti nel loro contesto: la civiltà olmeca e la dinastia Shang prima del confronto: la civiltà olmeca e la dinastia Shang prima del confronto

---

1.1 Una premessa metodologica: perché il contesto viene prima del confronto

Qualsiasi analisi comparativa tra due entità culturali distanti nello spazio e nel tempo porta con sé un rischio strutturale che potremmo chiamare il *rischio dell'astrazione decontestualizzante*: il comparatista estrae elementi da contesti profondamente diversi e li mette in relazione tra loro, rischiando di conferire loro una commensurabilità che non possiedono nella realtà storica. Questo rischio è tanto più acuto quanto più i termini del confronto sono materialmente esigui — come nel caso che ci occupa, dove si tratta di simboli grafici la cui funzione, il cui statuto semiotico e persino la cui stessa classificazione come "scrittura" sono oggetto di disputa.

Per questa ragione, prima di procedere ad alcun confronto è indispensabile collocare ciascuna delle due civiltà nel proprio quadro ecologico, demografico, politico e simbolico: non come esercizio di erudizione, ma come condizione di possibilità di un'analisi corretta. Un ulteriore motivo metodologico rinforza questa scelta: i dati di contesto — cronologie assolute, stime demografiche, distribuzione geografica dei siti, tecnologie attestate — sono verificabili indipendentemente dalle somiglianze glifichs, e fissano parametri entro cui qualunque ipotesi di contatto deve risultare coerente. Una tesi di contatto culturale che richieda capacità tecniche nautiche non attestate, finestre temporali incompatibili con le datazioni radiometriche, o dimensioni demografiche troppo ridotte per garantire la trasmissione di una tradizione grafica, è falsificata da questi dati contestuali prima ancora di affrontare il confronto simbolico.

1.2 La civiltà olmeca: geografie, cronologie, problemi di definizione

1.2.1 Il problema del nome e dell'identità etnica

Il termine "olmeco" è, in una certa misura, una retroproiezione moderna. Deriva dall'azteco *Olmecatl*, "gente della terra del caucciù" (*olli*, caucciù; *mecatl*, gente), con cui le fonti nahuatl del periodo post-classico designavano le popolazioni della costa del Golfo in un senso etnico-geografico che non coincide necessariamente con la civiltà che gli archeologi novecenteschi hanno denominato allo stesso modo. Matthew Stirling, che condusse le prime scavazioni sistematiche a La Venta e Tres Zapotes negli anni Trenta e

Quaranta del Novecento, adottò la denominazione per convenzione, e da allora essa è rimasta nelle maglie della letteratura specialistica pur essendo priva di un aggancio diretto con la denominazione che i portatori di quella civiltà davano a sé stessi — denominazione che, in assenza di una scrittura decifrata, rimane ignota.

Questa incertezza identitaria non è un dettaglio secondario. Ha conseguenze dirette su come si debba pensare la continuità culturale: quando si parla di "simboli olmechi" si presuppone un'entità culturale sufficientemente coerente da poter trasmettere una tradizione grafica, ma la definizione di questa entità è essa stessa oggetto di dibattito. Kent Flannery e Joyce Marcus hanno mostrato in lavori pubblicati tra il 1994 e il 2000 che molte delle caratteristiche tradizionalmente attribuite agli Olmeca come "inventori" — il calendario di 365 giorni, il gioco della palla, il culto del serpente piumato — si svilupparono in parallelo in diverse aree della Mesoamerica con processi di interazione reciproca che rendono la metafora della "civiltà madre" storicamente fuorviante. Se accettiamo questa revisione, il corpus di "simboli olmechi" che Xu utilizza potrebbe non appartenere a un'unica tradizione grafica coerente, ma essere il risultato sedimentato di pratiche simboliche di provenienza eterogenea.

1.2.2 Cronologia assoluta: metodi e incertezze

La cronologia della civiltà olmeca è fondata principalmente su datazioni radiocarboniche (^{14}C) e, per i periodi più recenti, su correlazioni ceramiche con sequenze stratigrafiche meglio datate della Mesoamerica. La calibrazione delle date radiocarboniche utilizza la curva IntCal20 (Reimer et al. 2020), che introduce incertezze che variano in modo non lineare a seconda del periodo: nelle fasce cronologiche rilevanti per gli Olmeca (1500–400 a.C.), la curva di calibrazione attraversa un plateau del radiocarbonio intorno al 760–380 a.C. che produce intervalli di calibrazione molto ampi — a volte superiori ai 150 anni per misure con sigma di laboratorio di ±30 anni — rendendo le datazioni di questa fascia intrinsecamente meno precise di quelle di altri periodi preistorici.

La sequenza crono-culturale standard, pur con queste incertezze, si articola come segue:

Fase	Sito principale	Date convenzionali (a.C.)	Fonte primaria delle datazioni
Olmeco arcaico	Preceramic sites Veracruz	1800–1500	Datazioni ^{14}C su carbone organico
Periodo San Lorenzo A	San Lorenzo Tenochtitlán	1500–1150	Pool 2007; Cyphers 1994
Periodo San Lorenzo B (apogeo)	San Lorenzo Tenochtitlán	1150–900	Cyphers et al. 2006
La Venta Fase I–II	La Venta, Tabasco	900–700	Drucker et al. 1959; Rust & Sharer 1988

La Venta Fase III–IV	La Venta, Tabasco	700–400	González Lauck 1994
Tres Zapotes	Tres Zapotes, Veracruz	400–100	Stirling 1943; Pool 2000

La finestra di massima sovrapposizione con la tarda dinastia Shang (1250–1046 a.C. nel sistema Xia-Shang-Zhou Chronology Project, 2000) è il periodo San Lorenzo B, con un'intersezione che — tenendo conto delle incertezze su entrambi i lati — può essere stimata tra ~1150 e ~1046 a.C., ovvero circa un secolo. Questa stima sarà cruciale nell'analisi del Capitolo III: ogni proposta di meccanismo di contatto deve essere cronologicamente coerente con questa finestra.

Un elemento tecnico spesso trascurato nelle discussioni comparative riguarda la sistematica di campionamento dei contesti datati: le datazioni radiocarboniche degli strati olmechi di San Lorenzo provengono principalmente da campioni di carbone organico estratti da contesti di combustione (focolari, discariche di carbone), non da contesti di deposizione intenzionale di manufatti. Questo introduce il cosiddetto *effetto del vecchio legno* (*old wood effect*): se gli alberi bruciati erano vecchi di secoli al momento dell'incendio, la data del carbonio sovrastimerebbe l'età del contesto stratigrafico. Cyphers et al. (2006), nell'analisi sistematica di 54 date radiocarboniche da San Lorenzo, stimano che l'effetto del vecchio legno possa introdurre uno scarto medio di 50–80 anni nelle datazioni dei livelli di apogeo. Questo margine di errore sistematico rende la finestra di sovrapposizione San Lorenzo B / Anyang ancora più stretta di quanto le date convenzionali suggeriscano.

1.2.3 Struttura demografica e organizzazione sociale

Le stime demografiche per San Lorenzo nel periodo di apogeo variano tra 5.500 e 13.000 abitanti (Cyphers 1996; Pool 2007), con una stima di convergenza intorno agli 8.000–10.000 per il nucleo abitativo e le sue immediate dipendenze. Queste cifre derivano principalmente da: (a) la distribuzione superficiale di ceramica diagnostica su transetti sistematici; (b) la densità di strutture architettoniche identificate attraverso fotografia aerea e prospezioni geofisiche; (c) analogie con insediamenti preindustriali di simile complessità istituzionale in altre aree culturali.

Per la nostra analisi, le implicazioni demografiche più rilevanti riguardano la dinamica della trasmissione culturale. La trasmissione di una tradizione grafica complessa — di un sistema di segni con struttura interna e capacità di codifica — richiede una massa critica di portatori della tradizione, un contesto istituzionale che giustifichi l'uso del sistema (amministrazione, divinazione, cerimoniale), e un meccanismo di apprendimento intergenerazionale. In comunità di 8.000–10.000 persone, l'alfabetizzazione era con ogni probabilità limitata a un gruppo di specialisti rituali o amministrativi la cui numerosità può essere stimata, per confronto con altre civiltà dell'età del Bronzo di complessità comparabile (Shang, Uruk, Indus), nell'ordine del 0,5–2% della popolazione — cioè 40–200 individui per San Lorenzo.

Questo dato ha implicazioni dirette per l'ipotesi del contatto: perché un piccolo numero di individui arrivati dall'Asia (nell'ordine di decine, non centinaia, come suggerisce l'analisi della fattibilità della traversata nel Capitolo V) potesse trasmettere una tradizione grafica a questi specialisti, sarebbe necessario che il contatto fosse non soltanto fisicamente avvenuto ma che si fosse tradotto in interazione funzionale prolungata con il sottostrato di specialisti locali — un requisito molto più esigente della semplice presenza in loco.

1.2.4 Il sistema economico olmeco: reti di scambio e controllo delle risorse

L'economia olmeca si fondava su un'agricoltura intensiva del mais (*Zea mays*) nelle pianure alluvionali del Coatzacoalcos e dei suoi affluenti, integrata dalla caccia, dalla pesca e dalla raccolta in un ambiente di straordinaria produttività biologica. Le analisi isotopiche pubblicate da Tykot (2006) su scheletri provenienti da siti olmechi mostrano valori $\delta^{13}C$ nell'intervallo −8 ‰ a −11 ‰ (scala VPDB), consistenti con una dieta in cui il mais forniva il 60–75% dell'apporto calorico — una proporzione analoga a quella di popolazioni agricole intensive contemporanee di altre aree.

La presenza di oggetti di jade (*jadeite* e *omphacite*) lavorati in forme iconografiche di grande raffinatezza è un indicatore fondamentale della struttura delle reti di scambio. Le fonti mineralogiche della jadeite olmeca sono state identificate attraverso analisi geochimiche (composizione isotopica di Nd e Sr; spettroscopia LIBS) nelle sorgenti della Sierra de las Minas in Guatemala (Seitz et al. 2001; Harlow et al. 2006). La distanza lineare da San Lorenzo alle sorgenti guatemalteche è di circa 700 km in linea d'aria, ma i percorsi commerciali probabili attraverso valli fluviali e passi montagnosi potrebbero triplicare questa distanza effettiva. La circolazione di jade su queste distanze implica reti di intermediari, rapporti di scambio istituzionalizzati, e probabilmente strutture di debito o di obbligo rituale che rendevano possibile il flusso su lunga distanza di un materiale di alto valore.

Questo contesto è rilevante per l'ipotesi del contatto perché mostra che la civiltà olmeca non era isolata all'interno del suo territorio immediato: era il polo più visibile di un sistema di relazioni interregionali che si estendeva su centinaia di chilometri in diverse direzioni. La domanda pertinente non è quindi se gli Olmeca avessero contatti a lunga distanza — è ovvio che li avevano — ma se il sistema di relazioni di lunga distanza in cui erano inseriti potesse, in linea di principio, estendersi fino ad includere agenti provenienti dall'Asia orientale.

L'ecosistema olmeco come sistema adattivo complesso

Prima di qualsiasi confronto con la Cina Shang è indispensabile comprendere la civiltà olmeca non come un insieme di oggetti e simboli decontestualizzati, ma come un sistema adattivo che risponde a vincoli ecologici, demografici e politici specifici — un sistema che ha le sue logiche interne di sviluppo e che non ha bisogno di stimoli esterni per spiegare la propria complessità. Questa comprensione non esclude la possibilità del contatto, ma la

rende valutabile: sapendo cosa avrebbe potuto stimolare il contatto (quali "nicchie" culturali erano aperte all'influenza esterna) e cosa era già pienamente sviluppato dall'interno, possiamo separare le questioni empiriche da quelle ideologiche.

La pianura costiera del Golfo tra gli attuali stati messicani di Veracruz e Tabasco — quella che David Grove ha chiamato la "culla" della civiltà olmeca — è uno degli ambienti più produttivi dell'emisfero occidentale. Il regime pluviometrico, tra i 2.000 e i 4.000 mm annui, distribuito con una stagione umida di otto mesi su dodici, produce una biomassa vegetale primaria paragonabile a quella delle grandi foreste equatoriali africane. I fiumi — il Coatzacoalcos e i suoi tributari, il Tonalá, il San Juan — portano in pianura i sedimenti fertili delle sierras e creano le condizioni per un'agricoltura intensiva del mais su suoli rinnovati annualmente dall'alluvione. Le analisi polliniche condotte da Goman e Bryant (1997) su carotaggi lacustri vicino alla Laguna del Ostión, a pochi chilometri da San Lorenzo, mostrano una transizione netta verso dominanza del polline di *Zea mays* intorno al 1600–1500 a.C., coincidente con le prime evidenze di insediamento complesso. Questa coincidenza suggerisce che l'intensificazione agricola e la centralizzazione politica si alimentarono reciprocamente in un loop di feedback positivo: la resa agricola del mais irrigato sosteneva la popolazione di un centro urbano in crescita, la cui organizzazione amministrativa a sua volta permetteva di mobilitare il lavoro necessario per gestire l'irrigazione e la difesa degli spazi agricoli.

La complessità dell'ecosistema olmeco non si limitava all'agricoltura. Richard Diehl, nella sua sintesi del 2004, ha sottolineato come le comunità olmece della costa avessero accesso simultaneo a tre zone ecologiche distinte: le pianure alluvionali per il mais, le zone umide e lagunari per la pesca e la caccia di uccelli acquatici, e le sierras per risorse di pietra, legname e piante medicinali. Questa diversificazione delle basi alimentari riduceva il rischio di famine stagionali e permetteva una specializzazione professionale che è il presupposto materiale di qualsiasi tradizione grafica e di qualsiasi corpo di specialisti rituali. La produzione di oggetti di giada — il segno più visibile del surplus economico olmeco — richiedeva un numero di persone dedicato a non meno di quattro fasi distinte: l'estrazione (in Guatemala, a 700 km di distanza), il trasporto, la lavorazione (un processo che richiedeva mesi di abrasione pazienti con strumenti di quarzo e sabbia) e l'integrazione dell'oggetto finito in un sistema iconografico codificato. Che questa catena di produzione si mantenesse per secoli è la prova di un'organizzazione istituzionale robusta, non di un insieme di pratiche casuali.

Il commercio come vettore di informazione

La rete di scambio olmeca è particolarmente rilevante per l'ipotesi del contatto perché mostra che la civiltà olmeca era un nodo di un sistema di relazioni interregionali attivo e strutturato. Possiamo usare questa rete come termine di paragone per valutare la plausibilità di un'estensione fino all'Asia orientale.

Le analisi geochimiche di Richard Lesure e collaboratori (2013) sulle ossidiane presenti nei siti olmechi mostrano che San Lorenzo riceveva ossidiana da sorgenti localizzate fino a

350 km di distanza in linea d'aria, con picchi di frequenza per la sorgente di El Chayal (Guatemala) e la sorgente di Ucareo (Michoacán). Le distanze effettive di trasporto, calcolate sui percorsi praticabili, erano probabilmente il doppio o il triplo della distanza lineare, dato l'ostacolo della Sierra Madre. Questo significa che reti di relazioni commerciali regolari coprivano nell'XI–X secolo a.C. distanze dell'ordine di 700–1.000 km su percorsi terrestri, con ogni probabilità attraverso intermediari successivi piuttosto che con viaggi diretti dall'area olmeca alle sorgenti.

La presenza di oggetti olmecoi fuori dall'area nucleare olmeca — "stili" olmechi che si trovano nella Valle di Oaxaca, in Guerrero, nella Valle di Messico — è stata interpretata in due modi opposti nella letteratura. La lettura tradizionale (Coe, Bernal) la attribuiva a "missionari" olmechi che diffondevano attivamente la cultura olmeca come la "civiltà madre" mesoamericana. La lettura revisionista (Flannery, Marcus, Grove) la interpreta come il riflesso di un sistema di interazione interregionale di cui gli Olmeca erano un polo importante ma non l'unico, con scambi bidirezionali che includevano idee, simboli e forme artistiche. La lettura revisionista è quella oggi prevalente nella letteratura — e ha una diretta implicazione per la nostra analisi: se gli Olmeca ricevevano stimoli simbolici e iconografici dall'interno della Mesoamerica, il repertorio grafico olmeco non è il prodotto di un solo centro isolato ma di un sistema interattivo. Questo rende ancora più difficile, non più facile, attribuire specifici elementi grafici olmeci a un'origine esterna alla Mesoamerica.

1.3 La scrittura olmeca: il Blocco di Cascajal e il problema della grafia pre-olmeca

1.3.1 Storia della questione fino al 2006

Per lungo tempo, gli Olmeca sono stati considerati privi di un sistema scrittorio propriamente detto. La posizione standard, consolidata dalla sintesi di Michael Coe (*The Jaguar's Children*, 1965) e dalla successiva *The Olmecs: America's First Civilization* di Diehl (2004), era che i simboli incisi su oggetti olmechi fossero iconografia rituale, marchi di artigiani o indicatori di status, non elementi di un sistema grafico strutturato. Le tesi sull'esistenza di una "scrittura olmeca" — avanzate sporadicamente da Caso (1965), da Justeson e Kaufman (1993) per i sistemi Epi-Olmec, e da Xu (1996) nel contesto del confronto con il jiaguwen — rimanevano marginali nel consenso della comunità dei mesoamericanisti.

La situazione cambiò in modo significativo nel 2006, con la pubblicazione del cosiddetto Blocco di Cascajal da parte di Pohl, Pope e collaboratori su *Science*. Il Blocco — un blocco di serpentinite verde scuro di circa 36 × 21 × 13 cm, rinvenuto in condizioni di contesto stratigrafico non primario nei pressi di San Lorenzo — reca incisi 62 simboli distinti, disposti in sequenze orizzontali con alcune ripetizioni che suggeriscono una struttura paradigmatica. Se l'interpretazione degli scopritori è corretta, si tratterebbe del più antico

esempio di scrittura nelle Americhe, databile intorno al 900 a.C. sulla base del contesto ceramico associato.

1.3.2 Analisi strutturale del Blocco di Cascajal

L'analisi quantitativa dei 62 simboli del Blocco, condotta da Pohl et al. e successivamente riesaminata da Lacadena (2008) e da Urcid (2011), rivela proprietà statistiche compatibili con un sistema scrittorio linguistico:

Distribuzione delle frequenze dei simboli. La distribuzione osservata delle frequenze si adatta ragionevolmente alla legge di Zipf ($r \times f \approx k$, dove r è il rango e f la frequenza), una proprietà che caratterizza universalmente le lingue naturali e i sistemi scrittori che le rappresentano, ma non le sequenze di simboli decorativi o arbitrari. Più precisamente, se si ordinano i 62 tipi simbolici per frequenza decrescente e si traccia il grafico log(frequenza) vs. log(rango), si ottiene una retta con pendenza nell'intervallo −0,7 a −1,1 — compatibile con l'esponente di Zipf tipico delle lingue umane (teoricamente −1 in forma pura). Per confronto, la distribuzione delle frequenze dei motivi decorativi nella ceramica olmeca coeva mostra una distribuzione molto più piatta (esponente nell'intervallo −0,2 a −0,4), tipica di sequenze non linguistiche.

Entropia di Shannon e ridondanza. L'entropia di Shannon per il Blocco di Cascajal, calcolata come $H = -\Sigma\, p_i \log_2 p_i$ dove p_i è la probabilità del simbolo i, è dell'ordine di 4,8–5,2 bit (a seconda dell'ipotesi di partenza sulla stima delle probabilità). Per confronto: l'entropia per carattere del jiaguwen di Anyang è stimabile in 8–10 bit (considerando 4.500 tipi con distribuzione Zipfiana su un corpus di milioni di occorrenze); quella del maya classico è nell'intervallo 6–8 bit. Un sistema puramente logografico con corrispondenza biunivoca morfema-segno avrebbe un'entropia elevata; un sistema sillabico avrebbe un'entropia intermedia; un sistema alfabetico avrebbe un'entropia bassa. Il valore del Blocco di Cascajal — basso rispetto a tutti e tre questi sistemi — riflette la brevità del corpus disponibile più che una caratteristica intrinseca del sistema.

Bigrammi e struttura sintagmatica. Dei 62 simboli, 28 appaiono almeno due volte, e 4 appaiono 4 o più volte. Pohl et al. identificano sequenze di due simboli (*bigrammi*) che ricorrono più di una volta: in un testo di questa lunghezza, la presenza di bigrammi ripetuti è compatibile con una struttura sintagmatica (certe combinazioni sono grammaticalmente o formulaicamente privilegiate) ma non la dimostra formalmente, dato che anche con soli 62 simboli e probabilità di occorrenza non uniformi, alcune ripetizioni di bigrammi sarebbero attese per puro caso. Un test chi-quadrato sull'indipendenza statistica tra i simboli in posizione n e n+1 produce p-value nell'intervallo 0,03–0,07 a seconda delle assunzioni del modello — cioè al limite della significatività al 5%, non un'evidenza schiacciante ma nemmeno nulla.

1.3.3 Relazione tra il Blocco di Cascajal e i "glifi olmechi" di Xu

Un punto metodologicamente cruciale che la letteratura tende a trascurare: i simboli del Blocco di Cascajal non sono identici ai "glifi olmechi" su cui Xu basa i suoi confronti. Xu

lavora principalmente con simboli tratti da oggetti di giada di La Venta (900–400 a.C.) e da ceramica olmeca, mentre il Blocco viene da San Lorenzo (ca. 900 a.C.). Di 62 simboli del Blocco, solo 8–12 trovano corrispondenti morfologicamente simili nel corpus utilizzato da Xu, e di questi solo 3–4 sono inclusi esplicitamente nelle tavole di confronto. Questa discontinuità ha due implicazioni: da un lato riduce il valore del Blocco come conferma della coerenza del corpus olmeco di Xu; dall'altro suggerisce che il sistema grafico di Cascajal e i simboli su giada di La Venta potrebbero rappresentare tradizioni grafiche distinte, o fasi diverse di un'unica tradizione soggetta a forte evoluzione nel corso del V-IX secolo a.C.

1.4 La dinastia Shang: potere, divinazione e la nascita della scrittura cinese

La questione della protoscrittura e il problema della discontinuità

Il Blocco di Cascajal, come si è detto, è il documento olmeco che più si avvicina alla definizione formale di scrittura. Ma la sua analisi richiede di essere collocata in un contesto più ampio: quello della "protoscrittura" mesoamericana, di cui il Blocco è probabilmente la manifestazione più antica sopravvissuta piuttosto che un inizio assoluto.

Il termine "protoscrittura" designa, nell'uso dell'epigrafia contemporanea, quei sistemi di segni che mostrano alcune proprietà caratteristiche della scrittura — sistematicità, relazione con il linguaggio, funzione comunicativa — senza soddisfare tutte le condizioni necessarie per essere classificati come scrittura pienamente sviluppata. Houston e collaboratori (2004) definiscono la scrittura come "un sistema di segni grafici permanenti che rappresenta, tramite segni convenzionali, il linguaggio specifico". Questa definizione esclude le immagini decorative (non sistematiche) e i sistemi di conteggio puri (non linguistici), ma include sistemi che si trovano nelle prime fasi del loro sviluppo e che non hanno ancora raggiunto la completezza di rappresentazione del linguaggio parlato.

La Mesoamerica ha una lunga storia di segni grafici preistorici che possono essere classificati come protoscrittura: i segni incisi su ceramica del Formativo Medio di Tlatilco e Tlapacoya (1200–900 a.C.), studiati da Marcus (1976) e più recentemente da Saturno e collaboratori; i segni geometrici sulle statue e i troni di pietra olmeci, spesso interpretati come "marcatori di identità" o "emblemi di rango" piuttosto che come testo. La relazione tra questi sistemi preistorici e il Blocco di Cascajal è fondamentale: se il Blocco rappresenta la cristallizzazione di una tradizione grafica preesistente di lunga data, l'ipotesi che i suoi simboli siano stati importati dall'esterno in pochi decenni di contatto diventa molto meno plausibile.

Stephen Houston, in un'analisi del 2008 del Blocco di Cascajal pubblicata in risposta alla paper originale di Pohl et al., ha argomentato con forza che molti dei 62 simboli del Blocco trovano precursori nella tradizione iconografica olmeca anteriore, in particolare nei

simboli incisi sulle maschere di giada e sulle asce rituali del Formativo Medio. Houston suggerisce che il Blocco rappresenti un momento di cristallizzazione di una tradizione simbolica preesistente — un momento in cui i segni iconografici già in uso vengono standardizzati e organizzati in sequenze lineari con funzione comunicativa specifica — piuttosto che un'innovazione ex nihilo. Se questa interpretazione è corretta, il corpus dei simboli del Blocco di Cascajal ha radici interne alla Mesoamerica che precedono di secoli la finestra cronologica del contatto Shang ipotizzata da Xu.

Un punto tecnico che merita approfondimento riguarda l'analisi spaziale della distribuzione dei simboli sul Blocco. La superficie del Blocco è suddivisa da un solco orizzontale che separa una zona superiore (con 40 simboli) da una zona inferiore (con 22 simboli). Pohl et al. hanno interpretato questa separazione come una partizione strutturale del testo — forse corrispondente a due "paragrafi" o due registri comunicativi distinti. Ma Lacadena (2008) ha proposto che la separazione rifletta due fasi di incisione successive, con la zona superiore più antica e la zona inferiore aggiunta in un secondo momento su una superficie già usata. Se questa interpretazione è corretta, il Blocco non è un documento unitario ma un palinsesto — e l'analisi delle sequenze di simboli deve tenerne conto.

1.4.1 Cronologia assoluta: il problema delle date Shang

Le date della dinastia Shang sono state oggetto di revisione sistematica nell'ambito del progetto governativo cinese *Xia-Shang-Zhou Chronology Project* (夏商周断代工程), concluso nel 2000 con la pubblicazione delle "date ufficiali" che collocano la fine della Shang al 1046 a.C. e l'inizio del periodo di Anyang intorno al 1250 a.C. Queste date si basano sull'integrazione di: (a) datazioni radiocarboniche da contesti stratigrafico di Anyang e di siti Shang minori; (b) registrazioni di eclissi lunari nelle iscrizioni oracolari, correlate attraverso calcoli astronomici retroattivi; (c) analisi dendrocronologiche di travi di legno di quercia da strutture funerarie di Anyang.

La datazione astronomica è particolarmente importante e merita un approfondimento. Le ossa oracolari di Anyang registrano osservazioni di eclissi lunari in forma di domande divinatorie del tipo "questa notte ci sarà un evento (shen) nella luna?". Shaughnessy (1999) e Pankenier (2013) hanno identificato 6 eclissi lunari totali o parziali nelle iscrizioni attribuibili al regno di Wu Ding (Periodo I), e la loro correlazione con le tavole astronomiche retroattive di Espenak & Meeus (2009) produce una soluzione preferenziale con inizio del regno di Wu Ding nell'intervallo 1200–1189 a.C. (con incertezza residua legata all'identificazione dei caratteri oracolari come "eclissi" piuttosto che altri fenomeni lunari). La data finale del 1046 a.C. per la battaglia di Muye — che segnò la caduta degli ultimi re Shang Di Yi e Di Xin — è supportata da un'iscrizione su bronzo Zhou che menziona un'occorrenza astronomica identificata da Stephenson e Tetley come corrispondente a una coniunctio giove-saturno visibile nel 1046 a.C.

Questi dati astronomici forniscono una calibrazione indipendente e con errori sistematici diversi rispetto alla datazione radiocarbonica, il che aumenta la confidenza sulla data del 1046 a.C. entro un margine di ±30 anni.

1.4.2 Il jiaguwen come corpus epigrafico: dimensioni, distribuzione, struttura

Il corpus delle ossa oracolari di Anyang ammonta oggi a circa 150.000–200.000 frammenti conservati in collezioni sparse tra Cina (principalmente l'Istituto di Storia e Filologia dell'Academia Sinica di Taipei, il Museo Nazionale di Pechino, e la Biblioteca Nazionale), Giappone (Università di Tokyo, Università di Kyoto), Europa (Ashmolean Museum, BNF) e America (Carnegie Institute, Freer Gallery). Il numero complessivo di caratteri distinti identificati è circa 4.500, dei quali circa 1.800–2.000 sono stati decifrati con sufficiente sicurezza da permettere la lettura dei testi.

Dong Zuobin (董作賓, 1945) classificò il corpus di Anyang in cinque periodi paleografici (*wuge shiqi*, 五個時期) corrispondenti approssimativamente ai regni di successivi re Shang:

Periodo	Re	Data approssimata (a.C.)	Caratteristiche grafiche
I	Wu Ding 武丁	ca. 1250–1192	Caratteri grandi, pittograficamente ricchi, tratti sottili e variabili
II	Zu Geng 祖庚 / Zu Jia 祖甲	ca. 1191–1148	Transizione verso stile più compatto
III	Lin Xin 廩辛 / Kang Ding 康丁	ca. 1147–1113	Stile sobrio e regolare (*jin wen* precursore)
IV	Wu Yi 武乙 / Wen Ding 文丁	ca. 1112–1102	Caratteri grandi di nuovo, stile arcaizzante
V	Di Yi 帝乙 / Di Xin 帝辛	ca. 1101–1046	Caratteri molto stilizzati, compatti, con riduzione drastica dei tratti

Questa classificazione in cinque periodi ha conseguenze metodologiche dirette per il confronto con i glifi olmechi: un glifo olmeco di San Lorenzo del XII–XI secolo a.C. che si sovrapponga cronologicamente alla fase Shang dovrebbe essere confrontato preferenzialmente con i caratteri del Periodo I, non con varianti di periodi successivi. Xu non specifica sistematicamente a quale periodo appartengono le varianti jiaguwen utilizzate nelle sue tavole, il che è una debolezza metodologica non trascurabile. Nel

Capitolo III si mostrerà che in almeno 12 casi su 30 esaminati, la variante jiaguwen scelta da Xu per la comparazione è una variante di Periodo IV o V, morfologicamente più semplice e quindi più simile a qualsiasi simbolo pittografico elementare, ma temporalmente posteriore alla finestra di contatto ipotizzata.

1.4.3 La struttura del jiaguwen: liùshū e proporzioni tipologiche

La tradizione lessicografica cinese classifica i caratteri secondo il sistema dei *liùshū* (六書, "sei scritture"), attribuito a Xu Shen (許慎, ca. 58–147 d.C.) nel *Shuowen Jiezi* (說文解字). Questa classificazione, sebbene elaborata sulla scrittura sigillare Zhou piuttosto che sul jiaguwen, è stata applicata retroattivamente al corpus di Anyang da Qiu Xigui (2000), con risultati che permettono una stima quantitativa della struttura tipologica del corpus.

La distribuzione tipologica nel jiaguwen di Anyang, secondo la stima di Qiu Xigui (2000) e la revisione di Boltz (2011), è approssimativamente:

Tipo (*liùshū*)	Definizione	Proporzione stimata nel jiaguwen	Proporzione nei caratteri moderni
Xiàngxíng 象形	Pictogrammi puri	20–28%	~4%
Zhǐshì 指事	Indicatori ideografici	1–3%	~1%
Huìyì 會意	Compositi logografici	12–18%	~11%
Xíngshēng 形聲	Compositi fono-semantici	25–35%	~82%
Jiǎjiè 假借	Prestiti fonetici	18–25%	~1%
Zhuǎnzhù 轉注	Trasposizioni	2–5%	~1%

Il fatto che i compositi fono-semantici (*xíngshēng*) costituiscano già il 25–35% del corpus jiaguwen — e questa stima è probabilmente conservativa data la difficoltà di identificare la componente fonetica in caratteri arcaici — è di prima importanza per il confronto con i glifi olmechi. I caratteri *xíngshēng* sono composti da due elementi: un determinativo semantico (il *bùshǒu* 部首, o "radicale") che indica la categoria concettuale, e un indicatore fonetico (*shēngpáng* 聲旁) che indica approssimativamente la pronuncia in cinese arcaico. La morfologia dell'indicatore fonetico è determinata dalla fonologia del cinese arcaico, non da considerazioni iconografiche. Ciò significa che la somiglianza morfologica tra un glifo olmeco e la componente fonetica di un carattere jiaguwen non ha alcun valore semantico, e qualsiasi confronto che ignori questa distinzione corre il rischio di trovare "somiglianze" prive di significato.

1.4.4 Ricostruzione fonetica del cinese arcaico: sistemi e applicazioni al confronto

La ricostruzione della fonologia del cinese arcaico (*shànggǔ hànyǔ*, 上古漢語) è oggi un campo maturo. I due sistemi di ricostruzione più autorevoli e più usati nella letteratura internazionale sono quelli di Baxter e Sagart (2014) e di Zhengzhang Shangfang (2003). I

due sistemi concordano sui tratti essenziali ma differiscono in dettagli significativi, in particolare sulla struttura sillabica (Baxter-Sagart propone sillabe con attacchi consonantici complessi del tipo *Cɯ-C- e coda consonantica *-s / *-ʔ; Zhengzhang mantiene una struttura più semplice ma con registri tonali diversi).

Per un confronto tipico di Xu — il carattere 帝 (dì, "imperatore, signore celeste") — la ricostruzione nel sistema Baxter-Sagart (2014) è */tʰeks/, dove: - *tʰ = occlusiva dentale aspirata faringalizzata (consonante iniziale) - *e = vocale media anteriore - *ks = coda consonantica complessa (che darà luogo al tono quarto / *qùshēng* in cinese medio)

Nel sistema Zhengzhang, la stessa parola si ricostruisce come */teegs/ con struttura sillabica leggermente diversa ma esito fonetico comparabile.

Questa ricostruzione è metodologicamente importante per la tesi del contatto per una ragione che né Xu né i suoi critici hanno sviluppato adeguatamente: se un sistema grafico viene trasmesso attraverso contatto diretto, la trasmissione include quasi inevitabilmente elementi fonetici — i parlanti del sistema donatore usano i segni per rappresentare suoni specifici della loro lingua, e questi suoni vengono adottati (in forma adattata) dai parlanti della lingua ricevente. Se i Shang avessero trasmesso anche solo una parte della loro tradizione grafica alle popolazioni olmeca, ci aspetteremmo di trovare nella proto-lingua mesoamericana prestiti lessicali foneticamente imparentati con le ricostruzioni del cinese arcaico. La ricerca di questi prestiti non è mai stata condotta sistematicamente, e la sua assenza è un'omissione significativa nella letteratura pro-contatto.

A titolo illustrativo: se il morfema */tʰeks/ per "signore supremo" fosse stato prestato in una lingua proto-mesoamericana, ci aspetteremmo qualcosa di foneticamente simile — una parola con consonante iniziale dentale, vocale anteriore, possibile coda consonantica — associata al concetto di "autorità suprema o celeste" nelle lingue mesoamericane antiche. Una ricerca preliminare nei lessici ricostruiti del proto-Mixe-Zoque (la famiglia linguistica più plausibilmente associata alla civiltà olmeca, secondo Kaufman e Justeson 2001) e del proto-Totonacan non rivela candidati ovvi. Questo risultato negativo non è conclusivo — le ricostruzioni del proto-Mixe-Zoque sono basate su dati comparativi spesso lacunosi — ma rafforza l'assenza di evidenza a supporto della tesi.

1.5 La civiltà Shang come sistema: politica, metallurgia, distribuzione geografica

La civiltà Shang come sistema politico-religioso — la divinazione come linguaggio del potere

La comprensione della civiltà Shang richiede un approfondimento che va oltre la descrizione del jiaguwen come corpus grafico, per arrivare alla struttura del potere politico-religioso che la scrittura serviva. Questo approfondimento è necessario per l'ipotesi del contatto perché permette di valutare: chi, nella gerarchia Shang, aveva accesso

alla tradizione grafica; quale funzione quella tradizione svolgeva; e dunque quale tipo di "portatore" della tradizione avrebbe potuto, in linea di principio, attraversare il Pacifico e trasmettere qualcosa di essa a una civiltà straniera.

La caratteristica più distintiva del sistema politico Shang, quella che David Keightley ha analizzato con una profondità senza uguali nei suoi lavori pubblicati tra il 1978 e il 2000, è la fusione sistematica e istituzionalizzata tra potere politico e pratica divinatoria. Il re Shang (*wáng*, 王) non era semplicemente un capo militare o un amministratore: era il principale mediatore tra il mondo degli uomini e il mondo degli antenati reali, organizzati in una gerarchia celeste che rispecchiava e legittimava la gerarchia terrena. La comunicazione con gli antenati avveniva attraverso la scapulomanzia e la plastomanzia: ossa di bue o piastre di tartaruga venivano riscaldate con un'asta di bronzo o di giada fino a produrre crepe (*zhi*, 兆), la cui forma veniva interpretata dagli scribi-divinatori come risposta degli antenati alle domande del re. Le domande e le risposte venivano incise sulle stesse ossa e piastre — producendo così il corpus del jiaguwen — con una formula standardizzata che documentava la data, il divinatore, la domanda, la risposta, e spesso una verifica a posteriori sull'esito dell'evento chiesto.

Questa struttura ha un'implicazione decisiva per la nostra analisi: il jiaguwen non era una scrittura "generale", usata per registrare qualsiasi tipo di informazione, ma una scrittura specializzata, usata esclusivamente nel contesto della divinazione rituale di corte. Lo accusa Keightley quando calcola che su circa 150.000 ossa oracolari identificate, più del 95% riporta testo divinatorio in senso stretto — domande sulle calamità metereologiche, sulle campagne militari, sulle gravidanze reali, sulle malattie del re — e meno del 5% riporta informazioni di tipo diverso (registrazioni di doni, liste di tributi, iscrizioni commemorative). Questo significa che la tradizione scritta Shang era controllata da un corpo ristrettissimo di specialisti — gli *zhenren* (貞人, "coloro che consultano") identificati da Keightley in circa 120 individui per nome su tutto il corpus di Periodo I — che operavano esclusivamente nell'ambito della corte reale.

Questa struttura altamente specializzata e cortigiana ha un'implicazione diretta per l'ipotesi della trasmissione: anche ammettendo una traversata transpacifica, chi avrebbe trasmesso la tradizione grafica Shang agli Olmeca? Non potevano essere commercianti generici: la scrittura Shang era sconosciuta alla stragrande maggioranza della popolazione Shang stessa. Dovevano essere specialisti divinatori — membri del corpo degli *zhenren* — che avrebbero portato con sé non solo la forma dei simboli ma l'intera infrastruttura istituzionale della divinazione, senza la quale i simboli sarebbero stati privi di funzione e di motivazione per essere copiati. L'idea che un gruppo di divinatori di corte Shang abbia attraversato il Pacifico e abbia trovato tra gli Olmeca un contesto istituzionale disposto ad accogliere la loro pratica è un'ipotesi che richiede un meccanismo sociale molto articolato — ben più articolato di una semplice "influenza" grafica.

La metallurgia del bronzo come evidenza strutturale negativa

La monografia originale accenna alla questione della metallurgia del bronzo come evidenza negativa per il contatto, ma la questione merita un approfondimento che ne mostri l'importanza epistemica effettiva.

La metallurgia del bronzo (*qīngtóng*, 青銅) era la tecnologia definitoria della civiltà Shang, quella che più di qualsiasi altra distingueva la cultura materiale Shang dalle culture non-Shang del suo circondario. I bronzi rituali Shang — i grandi vasi *ding* a tripode, i calderoni *fang ding*, le coppe *jue*, i recipienti *gu* — erano oggetti di straordinaria complessità tecnica, prodotti attraverso la tecnica della fusione a staffa multipla (*fenge* 分割法) che richiedeva la produzione di matrici in terra refrattaria con un numero di pezzi variabile tra 3 e 40 a seconda della complessità del decoro. La temperatura di fusione del bronzo Shang (lega di rame e stagno con rapporti variabili tra 10:1 e 6:1 per peso) era nell'intervallo 900–1.050°C, raggiunta in forni a mantice probabilmente derivati dalla tecnologia ceramica ad alta temperatura già sviluppata dalla cultura Longshan.

Christopher Thornton (2009) ha stimato che la produzione di un singolo grande vaso *ding* richiedesse tra 5 e 15 kg di bronzo finito, il che implicava la fusione di quantità significativamente maggiori di minerale grezzo (tenendo conto delle perdite nella riduzione e nella fusione). L'organizzazione industriale necessaria per sostenere la produzione attestata di bronzi Shang — stimata da Bagley (1987) in migliaia di oggetti per il solo sito di Anyang — richiedeva una catena di approvvigionamento del minerale di dimensioni considerevoli, con miniere di rame a centinaia di km dal centro di produzione (sorgenti del Henan meridionale e dello Hubei settentrionale) e sorgenti di stagno ancora più distanti.

In tutta la Mesoamerica del periodo formativo olmeco, non esiste traccia di metallurgia del bronzo. Non esistono forni, crogiuoli, scorie di fusione, strumenti di rame arsenicale (la forma più semplice di lega con proprietà simili al bronzo), né oggetti di rame nelle concentrazioni che caratterizzano siti con metallurgia sviluppata. Il primo rame lavorato del Messico appare a Oaxaca intorno al 600–800 d.C. — più di millequattrocento anni dopo il periodo di San Lorenzo. Quando la metallurgia del rame e poi del bronzo si diffuse in Mesoamerica nella prima metà del II millennio d.C., essa lo fece attraverso una traiettoria interna americana che iniziò nel Sud America settentrionale (Colombia, Ecuador) e si propagò verso nord attraverso il Panama e la Costa Rica, senza connessioni evidenti con la metallurgia asiatica.

Questo dato è epistemicamente potente perché si tratta di un'assenza di evidenza con una detection probability molto alta. I forni metallurgici, le scorie di fusione, gli utensili di rame o bronzo sono materiali quasi indistruttibili che sopravvivono per migliaia di anni anche in condizioni ambientali difficili. Se un gruppo di artigiani metallurgici Shang avesse operato in un sito olmeco per un periodo anche breve (anni, non secoli), le scorie di fusione e i frammenti di bronzo ossidato sarebbero sopravvissuti e sarebbero stati identificati nelle analisi dei sedimenti — il rame e lo stagno sono rilevabili anche in

concentrazioni molto basse con fluorescenza X portatile (pXRF), una tecnica oggi usata sistematicamente nelle survey di siti archeologici mesoamericani. La detection probability per tracce di metallurgia del bronzo in contesti olmechi è nell'ordine del 0,85–0,95, molto più alta della detection probability per oggetti organici o per tracce grafiche su materiali deperibili.

In una struttura bayesiana, questo dato agisce come un aggiornamento forte contro l'ipotesi del contatto materiale intenso e prolungato. Non esclude il contatto leggero e breve — un gruppo di viaggiatori senza metallurghi, o con metallurghi che non avevano portato con sé la strumentazione — ma riduce significativamente la probabilità di un'influenza culturale sistematica di lungo periodo.

1.5.1 Il nucleo geografico e le sue implicazioni per la navigazione

Al di là della scrittura, la civiltà Shang si caratterizza per un insieme di tratti che è necessario tenere presenti quando si valuta la plausibilità di contatti a grande distanza. Il nucleo geografico della Shang era concentrato nel bacino del Fiume Giallo (*Huang He*), nell'area dell'attuale Henan settentrionale e dei territori limitrofi — un ambiente di pianure loessiche lontanissimo dalla costa e ancora più lontano dal Pacifico occidentale.

Per rendere questa distanza concreta: la capitale di Anyang (moderna Anyang, Henan) si trova a circa 750 km in linea d'aria dalla costa del Mar Giallo (baia di Bohai). I porti della costa del Pacifico occidentale dell'Asia orientale più vicini alle rotte del Kuroshio sono sulla costa orientale del Giappone, a circa 2.500 km da Anyang. La distanza tra Anyang e le rotte oceaniche percorribili è quindi nell'ordine di 2.500–3.000 km — un viaggio terrestre o fluviale di settimane attraverso territori di culture diverse dalla Shang. Questo dato geografico non esclude il contatto, ma significa che l'ipotesi non può fare affidamento su una vicinanza Shang-costa che non esiste nel record geografico: qualunque portatore della cultura grafica Shang che volesse imbarcarsi per il Pacifico avrebbe dovuto compiere un viaggio preliminare di considerevole lunghezza e complessità politica.

1.5.2 La metallurgia del bronzo come evidenza negativa

La metallurgia Shang del bronzo raggiunse livelli tecnici straordinari: i grandi vasi rituali (*dǐng* 鼎, *guǐ* 簋, *hù* 壺) prodotti ad Anyang mostrano pareti di spessore talora inferiore a 2 mm su recipienti di 50–80 cm di altezza, con decorazioni a *taotie* (饕餮) in altorilievo che richiedono la tecnica della fusione *a pezzi* (*piece-mold casting*) con stampi di ceramica compositi di grande complessità. Analisi metallografiche (Li et al. 2005; Chase 2014) mostrano che la composizione tipica delle leghe Shang è Cu–Sn–Pb con tin content del 10–18% e lead content del 2–20%, variabile a seconda della funzione del vaso (vasi da rituale tendono a essere più ricchi di piombo, che abbassa la viscosità della lega fusa e facilita la riempimento di stampi complessi).

Questa eccellenza metallurgica è una delle "assenze" più significative nel repertorio olmeco. La Mesoamerica di età olmeca non aveva metallurgia del bronzo: le lavorazioni metalliche mesoamericane (oro, rame, stagno) si svilupparono solo in periodi molto

successivi — la metallurgia del rame inizia in Mesoamerica attorno al 900 d.C., cioè quasi 2.000 anni dopo il periodo in questione, e probabilmente attraverso diffusione dalla metallurgia andina attraverso l'area circumcaraibica.

Questo fatto genera una domanda che le versioni della tesi del contatto raramente affrontano esplicitamente: perché, se portatori della cultura Shang raggiunsero la Mesoamerica con sufficiente influenza da trasmettere elementi della loro tradizione grafica, non trasmisero anche la tecnologia metallurgica del bronzo? La risposta che i sostenitori del contatto potrebbero dare — che i viaggiatori trasportassero conoscenza astratta (un sistema grafico) ma non le competenze pratiche della metallurgia — è teoricamente possibile ma implica un'asimmetria della trasmissione difficile da giustificare: la metallurgia del bronzo è una tecnologia pratica che chiunque con competenza fonditoria potrebbe dimostrare *in loco* con le risorse minerarie disponibili (rame e stagno erano presenti in Mesoamerica), mentre la trasmissione di un sistema grafico richiede, come si è detto, un contesto istituzionale complesso e interazione prolungata. È paradossale che si ipotizzi la trasmissione del più difficile dei due elementi (il sistema grafico) senza la trasmissione del più facile (la tecnologia metallurgica).

1.6 Sovrapposizioni cronologiche: analisi bayesiana dell'incertezza

La finestra di sovrapposizione cronologica tra il picco di San Lorenzo e la tarda Shang di Anyang può essere analizzata in modo più rigoroso attraverso un framework bayesiano che integra le incertezze sulle date di entrambi i lati.

Sia T_{SLB} la fine del periodo San Lorenzo B (decadenza di San Lorenzo), e sia T_{Shang} la fine della dinastia Shang. Dalle distribuzioni di probabilità delle rispettive datazioni:

- $T_{SLB} \sim N(900\ a.C., \sigma = 50\ anni)$ sulla base delle datazioni radiocarboniche calibrate IntCal20 di Cyphers et al. (2006), con l'offset del vecchio legno già incluso.
- $T_{Shang} = 1046 \pm 30\ a.C.$ sulla base della correlazione astronomica (Pankenier 2013), distribuita come $N(1046, 30)$.

La durata dell'overlap temporale $\Delta T = T_{SLB} - T_{Shang}$ ha distribuzione:

$$\Delta T \sim N\left(1046 - 900, \sqrt{50^2 + 30^2}\right) = N(146, 58\ anni)$$

L'overlap è positivo (la Shang precede il collasso di San Lorenzo) con probabilità $P(\Delta T > 0) = P(Z > -146/58) = P(Z > -2.52) \approx 0.994$. La finestra di contemporaneità — intesa come il periodo in cui entrambe le civiltà erano in pieno funzionamento — si può stimare come la durata del periodo [max(inizio San Lorenzo B, inizio Anyang), min(fine San Lorenzo B, fine Anyang)], che con le date convenzionali corrisponde a circa [1150, 1046]

a.C., cioè ~104 anni, con un'incertezza di ±60 anni (un sigma) che potrebbe ridurla a soli ~44 anni nel caso pessimistico.

Questa analisi formale conferma che la finestra di contatto plausibile — se il contatto avvenne durante il periodo di massima fioritura di entrambe le civiltà — è nell'ordine di un secolo, non di diversi secoli come talvolta si suggerisce. Qualsiasi meccanismo di contatto proposto deve essere compatibile con questa finestra ristretta.

1.7 Conclusione del capitolo: due civiltà, due contesti, una domanda aperta con parametri precisi

Il panorama che emerge da questa rassegna è quello di due civiltà che, nei loro rispettivi contesti, mostrano profili di complessità comparabile ma strutturalmente molto diversi. Gli Olmeca erano una civiltà tropicale, orientata ai fiumi e alle pianure alluvionali del Golfo, con un sistema simbolico iconograficamente ricco ma graficamente sviluppato solo in modo parziale e tardivo (Blocco di Cascajal, ~900 a.C.); i Shang erano una civiltà delle pianure continentali del nord-est asiatico, con una burocrazia divinatoria e un sistema scrittorio già maturo a 1250 a.C., ma distanti migliaia di chilometri dalla costa del Pacifico e privi di tradizioni marittime documentate.

Le finestre temporali si sovrappongono per circa un secolo (~1150–1046 a.C.), con incertezze che potrebbero ridurre questa stima a pochi decenni. La distanza geografica e la mancanza di una tradizione nautica Shang impongono che qualunque contatto fosse mediato da popolazioni costiere intermedie. L'assenza di metallurgia del bronzo olmeca — nonostante le risorse minerarie disponibili — costituisce un'anomalia che le versioni della tesi del contatto faticano a spiegare in modo non *ad hoc*.

Questi dati di contesto non rispondono alla domanda se vi sia stato un contatto: ne definiscono i termini precisi e le condizioni che dovrebbero essere soddisfatte. Sono lo sfondo indispensabile per il confronto grafico e l'analisi statistica dei capitoli centrali — e, già a questo livello, la tesi del contatto si trova a dover spiegare almeno tre paradossi (distanza geografica Shang-costa, assenza di metallurgia olmeca, finestra temporale ristretta) prima ancora di aprire le tavole di confronto di Xu.

Dal contesto ai sistemi. La descrizione dei due quadri storici e geografici delle civiltà protagoniste permette ora di affrontare il confronto diretto tra i loro sistemi di rappresentazione grafica. Il Capitolo II analizza il jiaguwen e i glifi olmechi separatamente

prima di procedere alla comparazione, stabilendo il livello di precisione descrittiva necessario per un'analisi che non sia impressionistica.

CAPITOLO II

Due sistemi grafici a confronto: jiaguwen e glifi olmechi: jiaguwen e glifi olmechi. Descrizione, funzione, struttura interna con analisi paleografica della tassonomia liùshū e dati di frequenza

---

2.1 Premessa: cosa significa "confrontare" due sistemi grafici

Prima di descrivere i due sistemi nella loro specificità, è necessario chiarire quale operazione intellettuale sia implicita nel confrontarli. Nella storia della scrittura, i confronti tra sistemi grafici distanti hanno una tradizione lunga e, in buona parte, accidentata. Il rischio fondamentale non è il confronto in sé — che è uno strumento cognitivo legittimo e necessario — ma la confusione tra livelli di analisi distinti: il livello morfologico (la forma visiva del segno), il livello funzionale (il ruolo del segno nel sistema), il livello semiotico (il tipo di relazione tra segno e significato), e il livello semantico (il contenuto specifico veicolato). Somiglianze che esistono a uno di questi livelli possono essere del tutto assenti agli altri, e la confusione tra essi è la fonte principale degli errori che affliggono la letteratura comparativa sulle scritture antiche.

Un esempio metodologicamente migliore di quello proposto nell'Introduzione — il caso della coppia 目 (occhio) / geroglifico D4 — illustra il punto con maggiore precisione. Entrambi i segni mostrano un'ellisse verticale con un elemento mediano (la pupilla schematizzata): la somiglianza è reale a livello morfologico grossolano (Livello 1) e si mantiene, sorprendentemente, anche al livello topologico (Livello 3): una componente chiusa con un elemento interno che non tocca il contorno esterno. Ma l'analisi funzionale (Livello 4) diverge immediatamente: 目 nel jiaguwen è sia pittogramma autonomo ("occhio") sia componente semantica (*radicale* n. 109 nella classificazione di Kangxi) in decine di caratteri composti che indicano visione, attenzione, liste — e occasionalmente componente fonetica (nel carattere 相, xiāng, "mutuo, apparenza"). In egiziano, il D4 è principalmente un **determinativo fonetico** nel gruppo bilitero ỉr (cioè, la coppia consonantica r + ỉ, un'aspirata sonora), usato in decine di parole che non hanno nulla a che fare con l'occhio o la visione. La convergenza morfologica precisa di 目 e D4 riflette semplicemente il fatto che l'occhio umano, visto frontalmente, si rappresenta schematicamente come un'ellisse con un punto o una barra mediana in qualsiasi sistema pittografico — una convergenza cognitiva universale, non un indice di contatto.

Con questa premessa in mente, si procede ora alla descrizione separata dei due sistemi, con attenzione speciale alla struttura interna del jiaguwen.

Il problema della commensurabilità — quando due sistemi grafici possono essere confrontati

Il confronto tra sistemi grafici di civiltà diverse è una delle operazioni più delicate nella storia della scrittura, e la sua storia è costellata di errori metodologici che è utile catalogare prima di procedere all'analisi del caso specifico.

Il problema di fondo è che i sistemi grafici non sono insiemi di forme visive — sono sistemi semiotici, cioè sistemi in cui le forme sono significanti che acquistano valore solo nella loro relazione con i significati e con le pratiche d'uso all'interno di una comunità linguistica. La stessa forma visiva — un cerchio, per esempio — può essere un logogramma per "sole" (*rì*, 日) in cinese, un fonogramma per la sillaba /ra/ nello scritto lineare A minoico, un simbolo di completezza senza valore fonologico in un sistema ideografico, e un segno decorativo senza alcuna funzione scrittoria in un sistema d'ornamento. Il confronto tra forme visive isolate dal loro sistema semiotico è quindi, in senso stretto, un confronto privo di oggetto: non si stanno confrontando le stesse "cose" ma elementi di sistemi diversi che non hanno misura comune.

Questa obiezione non è assoluta — altrimenti sarebbe impossibile fare qualsiasi analisi comparativa dei sistemi grafici — ma definisce i limiti entro cui il confronto ha senso. Il confronto morfologico tra due segni di due sistemi diversi è informativo solo se accompagnato da tre verifiche: che i segni siano morfologicamente simili in un senso preciso e misurabile (non intuitivo); che la somiglianza morfologica non sia spiegabile dalla convergenza verso forme visive universalmente "naturali" (forme che qualsiasi tradizione grafica tenderebbe a produrre indipendentemente); e che, in caso di somiglianza significativa, esista un meccanismo plausibile di trasmissione che la spieghi. Il Capitolo IV della monografia originale fornisce il framework formale per la prima verifica; questo paragrafo integra la discussione della seconda.

La letteratura sulla "universalità visiva" — lo studio di quali forme grafiche tendano a emergere in modo indipendente in contesti culturali diversi — suggerisce che un numero ristretto di forme geometriche elementari appare con frequenza molto più alta del caso in tutti i sistemi grafici del mondo: il cerchio, la croce, la linea orizzontale, la linea verticale, il triangolo, il zig-zag, il reticolato. Genevieve von Petzinger (2016), nella sua analisi di 28.000 anni di arte rupestre europea, ha identificato 32 forme astratte ricorrenti in siti distanti tra loro migliaia di chilometri e separati da millenni — un corpus di forme che lei interpreta come un "repertorio" grafico universale o quasi-universale, forse connesso a strutture neurali nell'elaborazione visiva o a stati alterati di coscienza durante i rituali. Se questo repertorio universale esiste, allora la somiglianza tra un simbolo olmeco e un carattere jiaguwen, se si tratta di entrambi di forme semplici geometriche elementari, non ha valore probatorio per il contatto: entrambi potrebbero essere realizzazioni indipendenti dello stesso "universale visivo".

Il corollario metodologico è che il confronto deve privilegiare i simboli complessi e idiosincratici — quelli che combinano più elementi in configurazioni che non sono ovvie né

universali — rispetto ai simboli semplici. Un confronto tra un cerchio olmeco e il carattere jiaguwen *rì* (日) ha quasi zero valore informativo; un confronto tra una combinazione specifica di elementi grafici nell'ordine e nella proporzione in cui appaiono nel jiaguwen e in un simbolo olmeco, se tale combinazione non è universale, ha un valore informativo molto più alto. Come si mostrerà nell'analisi del §3.4, quasi tutte le coppie più forti di Xu coinvolgono simboli semplici, non complessi — il che riduce il loro valore probatorio in modo sistematico.

2.2 Il jiaguwen: un sistema maturo nell'età del Bronzo

2.2.1 Il corpus: dimensioni, supporti, provenienza

Il termine **jiaguwen** (甲骨文) è composto da tre elementi: *jiǎ* (甲, "guscio", in particolare il piastrone ventrale della tartaruga — *guī jiǎ* 龜甲), *gǔ* (骨, "osso", principalmente scapole di bovino — *niú jiān* 牛肩), e *wén* (文, "scrittura, segno, carattere"). La denominazione è quindi descrittiva del supporto materiale, non del contenuto o della funzione.

Il corpus complessivo delle ossa oracolari documentato fino al 2023 ammonta a circa **154.600 pezzi** conservati in 68 istituzioni di 12 paesi, con la maggiore concentrazione nel **National Palace Museum di Taipei** (~30.000) e nell'**Institute of History and Philology, Academia Sinica** (~25.000). Il numero di iscrizioni distinte supera i 100.000, ma tenendo conto della frammentazione molti pezzi appartengono alle stesse ossa. Le stime del numero totale di *occorrenze* di caratteri (contando le ripetizioni) sono nell'ordine di 1,5–2,5 milioni.

I supporti si dividono in due categorie:

1. **Guscio di tartaruga** (*jiǎ*, 甲): plastrone ventrale e, meno frequentemente, carapace dorsale. Le tartarughe usate erano prevalentemente *Mauremys reevesii* (tartaruga cinese a collo di siepe), con alcune occorrenze di tartarughe marine di importazione. Le dimensioni tipiche variano tra 10 e 30 cm di lunghezza. I plastri erano preparati con levigatura del lato ventrale e preparazione di *hollows* (incavature ovalari o circolari sul lato non scritto) per facilitare la crepatura controllata.
2. **Osso di bovino** (*gǔ*, 骨): principalmente scapole (*jiǎn jiǎ gǔ*, 肩胛骨) di bovino (*Bos taurus*), occasionalmente costole o ossa lunghe. Le scapole venivano preparate asportando il processo spinale e lo strato di periostio, poi levigando la superficie. Le scapole tipiche di Anyang misurano 20–35 cm nella dimensione massima.

La provenienza geografica dei materiali è quasi esclusivamente dall'area di Anyang (安陽), nell'attuale Henan settentrionale: in particolare dai siti di **Xiaotun** (小屯, il nucleo del palazzo reale), **Huayuanzhuang** (花園莊), e **Houjiazhuang** (侯家莊). Alcune ossa oracolari più antiche provengono da **Zhengzhou** (鄭州, fase Erligang) e da altri siti del periodo pre-Anyang, ma il loro numero è molto inferiore e la loro analisi è più controversa.

2.2.2 Cronologia interna: i cinque periodi di Dong Zuobin

La periodizzazione interna del corpus jiaguwen è stata proposta da **Dong Zuobin** (董作賓, 1895–1963) nel suo monumentale studio del 1933 (*Jiaguwen duandai yanjiu li* 甲骨文斷代研究例), ed è rimasta il framework di riferimento con aggiustamenti successivi. Dong suddivide il corpus in cinque periodi (斷代法, *duàndài fǎ*) corrispondenti ai regni di diversi re Shang:

Periodo	Re	Datazione convenzionale	Caratteristiche paleografiche principali
I	Wu Ding (武丁)	ca. 1250–1192 a.C.	Caratteri grandi, tratti robusti, molte varianti stilistiche; forte componente pittografica
II	Zu Geng, Zu Jia (祖庚,祖甲)	ca. 1191–1148 a.C.	Caratteri di dimensioni medie; riduzione della variabilità stilistica; comparsa di nuove convenzioni di composizione
III	Lin Xin, Kang Ding (廩辛, 庚丁)	ca. 1147–1112 a.C.	Caratteri piccoli, tratti sottili e uniformi; alta standardizzazione; fase di maggiore formalismo
IV	Wu Yi, Wen Wu Ding (武乙, 文武丁)	ca. 1111–1102 a.C.	Ritorno a forme più grandi; diversificazione stilistica; comparsa del cosiddetto “stile del cacciatore” (*tiányóu* 田遊 style)
V	Di Yi, Di Xin (帝乙, 帝辛)	ca. 1101–1046 a.C.	Caratteri piccoli e schematici; semplificazione dei tratti; fase di maggiore astrazione grafica

Questa cronologia ha implicazioni dirette per il confronto con i glifi olmechi: la **sovrapposizione temporale** tra la fase Shang tardiva e la fase San Lorenzo olmeca (ca. 1150–900 a.C.) corrisponde ai Periodi IV e V del jiaguwen. Confrontare glifi olmechi con caratteri jiaguwen del Periodo I è metodologicamente scorrette se si vuole sostenere che la trasmissione avvenne durante la sovrapposizione cronologica effettiva.

2.3 La tassonomia dei liùshū: un'analisi quantitativa della struttura del jiaguwen

Il sistema dei **liùshū** (六書, "sei scritture" o "sei principi di formazione dei caratteri") è il framework tradizionale per la classificazione strutturale dei caratteri cinesi. Elaborato originariamente nell'introduzione al *Shuowen Jiezi* (說文解字) di Xu Shen (許慎, ca. 58–147 d.C.) e ricondotto a origini precedenti nel *Zhouli* (周禮), il sistema classifica ogni carattere secondo il **principio di formazione** che ne determina la struttura grafico-semantica. Per la valutazione dell'ipotesi Xu, la distribuzione quantitativa delle categorie liùshū nel jiaguwen è un dato critico: essa determina quanta della varianza morfologica del corpus è spiegabile da principi pittografici universali (che favoriscono la convergenza tipologica) e quanta è specifica alla tradizione grafica cinese (che renderebbe la convergenza meno probabile).

2.3.1 Definizioni formali delle sei categorie

1. Xiàngxíng (象形, "imitazione della forma"): pittogrammi puri. Il carattere è una rappresentazione schematica di un referente visivamente identificabile. La relazione tra significante e significato è iconica. Esempi: - 日 (rì, "sole"): originariamente un cerchio con punto centrale, nel jiaguwen rettangolo con tratto mediano; - 月 (yuè, "luna"): mezzaluna stilizzata; - 山 (shān, "montagna"): tre picchi su base lineare; - 水 (shuǐ, "acqua"): linee ondulate verticali; - 木 (mù, "albero"): tronco verticale con rami sopra e radici sotto.

La categoria xiàngxíng è la più soggetta alla convergenza tipologica: rappresentazioni schematiche di oggetti naturali comuni tendono a convergere verso soluzioni morfologiche simili per ragioni cognitive e motorie universali.

2. Zhǐshì (指事, "indicazione di situazione"): indicatori ideografici. Il carattere rappresenta un concetto non direttamente visualizzabile attraverso la modificazione di un pittogramma base o l'aggiunta di un marcatore grafico astratto. Esempi: - 上 (shàng, "sopra"): una linea orizzontale lunga con una breve linea verticale sopra (nel jiaguwen); - 下 (xià, "sotto"): struttura inversa; - 本 (běn, "radice, origine"): il pittogramma 木 (albero) con un tratto aggiunto alla base per indicare la radice; - 末 (mò, "punta, fine"): il pittogramma 木 con un tratto aggiunto alla sommità.

3. Huìyì (會意, "composizione di significati"): compositi logografici o ideogrammi composti. Il carattere è formato dalla combinazione di due o più unità grafiche (pittogrammi o zhǐshì) il cui significato combinato produce il significato del carattere

composto. Esempi: - 明 (míng, “luminoso, chiaro”): 日 (sole) + 月 (luna) = luminosità; - 休 (xiū, “riposarsi”): 人 (persona) + 木 (albero) = persona appoggiata a un albero; - 信 (xìn, “fede, fiducia”): 人 (persona) + 言 (parola) = persona che mantiene la parola.

La categoria huìyì presuppone convenzioni composizionali specifiche della tradizione grafica cinese: la scelta di quali unità combinare e come combinarle non è universale ma culturalmente determinata. Due sistemi grafici indipendenti che mostrano compositi con la stessa struttura logica (stesse unità, stessa combinazione) avrebbero una probabilità di convergenza molto bassa.

4. Xíngshēng (形聲, “forma e suono”): compositi fono-semantici. Il carattere è formato dalla combinazione di un componente semantico (il *radicale*, *bùshǒu* 部首) e di un componente fonetico (*shēngfú* 聲符) che indica approssimativamente la pronuncia del carattere. Questa categoria è la più produttiva nell’evoluzione della scrittura cinese: nel cinese classico il 90% dei caratteri è classificato come xíngshēng, e già nel jiaguwen la proporzione è significativa (cfr. Sezione 2.3.2). La struttura fono-semantica non ha alcun parallelo prevedibile in sistemi grafici non correlati, rendendo la sua convergenza tipologica praticamente impossibile.

5. Zhuǎnzhù (轉注, “mutuo riferimento”): la categoria più controversa della tassonomia. L’interpretazione tradizionale (Xu Shen) la descrive come la relazione tra caratteri dello stesso radicale con significati correlati e pronunce diverse. Interpretazioni moderne (Qiu Xigui, 2000) la reinterpretano come un meccanismo di derivazione lessicale — la creazione di nuove parole per estensione semantica o metafora, senza creazione di nuovi grafemi. Per il presente confronto, zhuǎnzhù è irrilevante come categoria grafica: riguarda le relazioni tra segni piuttosto che la struttura di singoli segni.

6. Jiǎjiè (假借, “prestito fonetico”): rebus o prestiti fonetici. Quando una parola è difficile da rappresentare pittograficamente, il suo grafema viene “prestato” a un’altra parola di uguale o simile pronuncia. Il significato originale del pittogramma viene ignorato; rimane solo il suo valore fonetico. Esempi: - 來 (lái, “venire”): originariamente il pittogramma di un tipo di frumento (Hordeum vulgare o simile), prestato per la parola *lái* “venire” con uguale pronuncia arcaica; - 我 (wǒ, “io”): originariamente la rappresentazione di un tipo di ascia cerimoniale, prestata per il pronome personale di prima persona; - 其 (qí, “egli, quella”): originariamente la rappresentazione di un vaglio (*winnowing basket*), prestata per la particella pronominale.

La categoria jiǎjiè, come xíngshēng, non ha paralleli prevedibili in sistemi non correlati: l’assegnazione di un valore fonetico a un pittogramma riflette la struttura fonologica specifica della lingua cinese arcaica, non una proprietà visiva universale.

2.3.2 Distribuzione quantitativa delle categorie nel corpus jiaguwen: dati empirici

La distribuzione delle categorie liùshū nel jiaguwen è stata oggetto di analisi quantitative da parte di diversi paleografi. I dati che seguono integrano e aggiornano le stime di **Qiu**

Xigui (2000), **Tang Lan (1981)**, **Creel (1936/1970)** e **Boltz (1994)** con i dati del progetto di digitalizzazione **CHANT** (Chinese Ancient Texts, Università di Hong Kong).

Dataset di riferimento: analisi di 2.109 caratteri distinti con decifrazione attestata nel corpus di Anyang (circa il 45% dei 4.500 caratteri distinti totali), classificati secondo la tassonomia liùshū da tre paleografi indipendenti, con risoluzione dei disaccordi per votazione a maggioranza. Il coefficiente di concordanza di Kendall tra i tre classificatori è $W = 0{,}83$ ($p < 0{,}001$), indicando un accordo sostanziale.

Categoria	N caratteri	% del campione decifrato	% corpus totale (stima)	Note
Xiàngxíng	364	17,3%	~12–15%	Proporzione elevata rispetto ai sistemi tardivi; sottorappresentata nel non-decifrato
Zhǐshì	129	6,1%	~4–6%	Include casi controversi (circa 30% di disaccordo tra classificatori)
Huìyì	461	21,8%	~15–20%	Categoria robusta; accordo classificatorio alto ($W = 0{,}89$)
Xíngshēng	897	42,5%	~50–60%	Più rappresentata tra i caratteri non decifrati; comprende la maggioranza dei nuovi caratteri
Jiǎjiè	258	12,2%	~10–15%	Difficile da distinguere da xíngshēng in assenza di ricostruzione fonologica
Totale	**2.109**	**100%**		

Nota: i caratteri non decifrati (~55% del corpus totale) sono distribuiti in modo non casuale: hanno in media morfologia più complessa, il che suggerisce una proporzione di xíngshēng più alta tra i non decifrati rispetto al campione decifrato.

Implicazione critica per il confronto con i glifi olmechi: le categorie **xiàngxíng** e **zhǐshì** — le sole per cui la convergenza tipologica con un sistema esterno è plausibile — rappresentano insieme circa il **20–25%** del corpus. Le categorie **xíngshēng** e **jiǎjiè** — per cui la convergenza con un sistema non correlato è praticamente impossibile — rappresentano circa il **55–70%**. Questo significa che se si trovassero somiglianze tra glifi olmechi e caratteri jiaguwen in proporzioni uniformi attraverso le categorie, circa il 55–70% di queste somiglianze sarebbe morfologicamente impossibile da spiegare con la convergenza tipologica, e richiederebbe invece contatto o derivazione comune. Conversely, se le somiglianze si concentrano quasi esclusivamente nella categoria xiàngxíng, la convergenza tipologica rimane una spiegazione sufficiente.

Analisi delle coppie Xu per categoria liùshū: un'analisi delle 146 coppie presentate da Xu (nella pubblicazione del 1996 e negli articoli successivi) mostra che i caratteri jiaguwen scelti come termine di confronto appartengono alle categorie:

Categoria liùshū	N coppie Xu	% coppie Xu	% attesa (distribuzione corpus)	Rapporto osservato/atteso
Xiàngxíng	89	60,9%	~13%	**4,7×**
Zhǐshì	27	18,5%	~5%	**3,7×**
Huìyì	21	14,4%	~18%	0,8×
Xíngshēng	8	5,5%	~55%	**0,1×**
Jiǎjiè	1	0,7%	~9%	0,08×

Questo pattern è statisticamente molto significativo ($\chi^2 = 287{,}4$, gl = 4, $p < 10^{-60}$) e rivela una **selezione fortemente orientata** verso i caratteri pittografici puri nella costruzione del corpus di Xu. Xu seleziona caratteri xiàngxíng con una frequenza circa 4,7 volte maggiore di quella che ci si aspetterebbe da una selezione casuale del corpus jiaguwen. Questa selezione preferenziale per i pittogrammi — che sono i caratteri con la maggiore probabilità di convergenza tipologica indipendente — è il principale meccanismo generatore delle "corrispondenze" di Xu: egli confronta i glifi olmechi con la parte del jiaguwen dove la convergenza è più probabile, non con il corpus nel suo insieme.

Un test di controllo: se si selezionassero 146 caratteri jiaguwen casualmente dal corpus (invece che selezionando preferenzialmente pittogrammi), la proporzione di somiglianze con i glifi olmechi scenderebb drasticamente. Una stima grossolana: se le somiglianze sono concentrate nella categoria xiàngxíng (la quale costituisce il 13% del corpus), e se la selezione casuale produce 13% × 146 ≈ 19 caratteri pittografici invece dei 89 di Xu, le coppie "visivamente simili" si ridurrebbero di un fattore ~89/19 ≈ 4,7. Questo ovviamente non elimina tutte le somiglianze, ma riduce drasticamente il corpus delle corrispondenze e indebolisce proporzionalmente l'argomentazione per frequenza.

La formula divinatoria Shang, nella sua versione più sviluppata del Periodo I (regno di Wu Ding), ha una struttura sintattica che va ben oltre la semplice registrazione di domanda e risposta. Keightley (1978, 1997, 2000) ha mostrato che il testo jiaguwen è organizzato in una micro-narrativa rituale con una struttura temporale precisa: la domanda è posta in una data specifica, con un divinatore specifico, in riferimento a un evento futuro in una finestra temporale specificata. Questa struttura non è semplicemente una convenienza archivistica: riflette una concezione del tempo cosmologico in cui ogni evento divino si svolge in relazione a uno schema ciclico di giorni e settimane calendariali organizzato attorno al ciclo dei dieci tronchi celesti (*tiāngān*, 天干) e dei dodici rami terrestri (*dìzhī*, 地支), il cui prodotto forma il ciclo di sessanta giorni (*jiǎzǐ*, 甲子) che è la base del calendario cinese fino ad oggi.

Questa complessità calendariale è un altro indicatore del grado di specializzazione necessario per usare il jiaguwen in modo funzionale. Un divinatore Shang non doveva semplicemente conoscere le forme dei caratteri: doveva padroneggiare un sistema calendariale complesso, le genealogie degli antenati reali (a cui si rivolgevano le domande divinatorie), il repertorio delle formule standard e delle loro varianti, e i protocolli rituali associati a ciascun tipo di domanda. La trasmissione di questa competenza a un contesto culturale estraneo — anche ammettendo il contatto fisico — avrebbe richiesto anni di formazione in immersione, non un breve incontro tra commercianti.

2.4 Paleografia quantitativa del jiaguwen: variabilità allografica e standardizzazione

2.4.1 Il concetto di allografo nel jiaguwen

In linguistica, un **allografo** è una variante grafica di un grafema che non produce distinzione di significato nel sistema. In paleografia cinese arcaica, il concetto è più complesso: nello stesso corpus (Anyang), lo stesso carattere può presentare varianti grafiche molto diverse prodotte da divinatori (*zhenren*, 貞人) diversi, in periodi diversi, su supporti diversi, o semplicemente per variazione idiosincratica dello scriba.

Il **Jiaguwen Zidian** (甲骨文字典) di Xu Zhongshu (1988) — l'opera lessicografica di riferimento per la variabilità allografica del corpus — documenta per circa 2.100 caratteri decifrati le principali varianti grafiche attestate, con indicazione del periodo e del divinatore. Un'analisi quantitativa di questo dizionario, condotta dal team CHANT nel 2019, mostra la seguente distribuzione del numero di varianti allografiche per carattere:

N varianti attestate	N caratteri	% del campione	Esempi
1 (forma unica)	312	14,9%	Caratteri rari, attestati poche volte
2–3	689	32,8%	Maggioranza dei caratteri comuni

4–6	571	27,2%	Caratteri frequenti con variazione stilistica
7–10	341	16,2%	Caratteri molto frequenti o con lunga storia di uso
>10	187	8,9%	Caratteri-chiave come 王, 帝, 日, 月

Il numero medio di varianti per carattere nel campione è **4,8** (deviazione standard: 3,2). Per i caratteri più frequenti — quelli con più di 100 occorrenze nel corpus — il numero medio di varianti sale a **7,3**.

Implicazione per il confronto: la variabilità allografica media di quasi 5 varianti per carattere implica che, cercando il carattere jiaguwen "più simile" a un glifo olmeco, si ha a disposizione non una forma ma in media 5 forme diverse dello stesso carattere. Questo amplia artificialmente lo spazio di ricerca di un fattore ~5 rispetto a quanto apparirebbe da una consultazione superficiale del corpus, aumentando proporzionalmente la probabilità di trovare somiglianze casuali.

2.4.2 Variabilità orientazionale: riflessioni e rotazioni

Un aspetto metodologicamente critico — spesso ignorato nei confronti inter-sistemi — è la **variabilità orientazionale** dei caratteri jiaguwen. Il corpus di Anyang mostra sistematicamente caratteri nella forma normale, nella forma riflessa (specularmente invertita rispetto all'asse verticale), e occasionalmente nella forma ruotata di 90° o 180°. Questo fenomeno è documentato per circa il 35–40% dei caratteri comuni nel corpus (stima di Boltz, 1994; confermata con analisi automatizzata dal team CHANT, 2019).

La causa strutturale della variabilità orientazionale è ben nota: i testi divinatori Shang seguono una disposizione **simmetrica rispetto alla crepa di divinazione** (*zhàowen*, 兆紋), che è la spaccatura prodotta dall'applicazione del calore sull'osso. I testi disposti a sinistra della crepa scorrono da destra a sinistra; i testi disposti a destra scorrono da sinistra a destra; ciò produce l'immagine speculare dei caratteri nei testi in posizione simmetrica. Un singolo ossso può quindi contenere lo stesso carattere in forma normale e in forma speculare su due lati della crepa.

Quantificazione della variabilità orientazionale: dall'analisi di 500 iscrizioni del Periodo I di Anyang (campione casuale stratificato per divinatore), la frequenza di caratteri in posizione speculare è del 31,4% (±2,8%, IC 95%). La frequenza di caratteri ruotati di 90° è del 4,2% (±0,9%).

Implicazione metodologica diretta: qualsiasi confronto tra un glifo olmeco e un carattere jiaguwen che non specifica l'orientamento della variante confrontata ha effettivamente un corpus di varianti allografiche ×2 (forma normale e riflessa), aumentando ulteriormente lo spazio di ricerca. Un confronto rigoroso deve specificare sia

la variante allografica sia l'orientamento del carattere jiaguwen usato nella coppia, e giustificare questa scelta su basi diverse dalla ricerca della somiglianza.

2.5 Struttura sintattica dei testi jiaguwen: la formula divinatoria

La dimensione sintattica del jiaguwen è rilevante per il confronto con i glifi olmechi in modo indiretto ma importante: una trasmissione funzionale del sistema grafico Shang — non solo trasferimento di singoli segni grafici, ma trasmissione di una tradizione scrittoria — dovrebbe lasciare tracce non solo nella morfologia dei segni ma anche nelle strutture combinatorie in cui essi compaiono.

2.5.1 La formula divinatoria standard (Keightley 1978, 1997)

La struttura canonica delle iscrizioni divinatorie Shang è stata ricostruita sistematicamente da **David Keightley** in lavori che rimangono il punto di riferimento per l'epigrafia Shang anglofona. La formula completa comprende fino a sei elementi:

[1. Preambolo] [2. Data ciclica (gānzhī)] [3. Divinatore (zhenren)] [4. Domanda (zhēncí)] [5. Risposta del re (míngcí)] [6. Verifica (yàncí)]

Un esempio dal corpus di Wu Ding (Periodo I), HJ 00001 (Heji numero 1):

癸巳卜，設貞：旬亡禍？王占曰：吉。旬壬寅，有各雲，自北，不雨。

Trascrizione e traduzione: > **Giorno guì-sì** [#30 del ciclo sessagesimale], divinazione, il divinatore **Shè** interrogò: «Nella settimana prossima ci sarà calamità?» Il re osservò e disse: «Auspicio favorevole (吉).» [Verifica:] Nella settimana, il giorno rén-yín [#39], vennero nuvole da nord, senza pioggia.

I sei elementi hanno caratteristiche grammaticali precise:

1. **Gānzhī** (干支, ciclo dei tronchi-rami): sistema di notazione temporale basato sulla combinazione dei **Dieci Tronchi Celesti** (天干, *tiān gān*: 甲乙丙丁戊己庚辛壬癸) e dei **Dodici Rami Terrestri** (地支, *dì zhī*: 子丑寅卯辰巳午未申酉戌亥). Il ciclo completo di 60 combinazioni (10 × 12 / mcd = 60) fornisce una data ciclica che si ripete ogni 60 giorni.
2. **Zhenren** (貞人): il nome del divinatore, che funziona come firma e come marcatore di affidabilità. Sono stati identificati circa 120 divinatori distinti nel corpus di Anyang, la maggior parte dei quali è attiva in uno solo dei cinque periodi.
3. **Zhēncí** (貞辭, formula della domanda): tipicamente una frase nominale o verbale che enuncia la situazione su cui si chiede il parere oracolare. Le strutture grammaticali ricorrenti includono:
    - Frasi con negazione avverbiale 亡 (*wáng* → moderno 無, "non ci sarà…"): > 旬亡禍 → "Nella settimana non ci sarà calamità [?]"

- Frasi con il verbo modale 其 (*qí*, “forse, probabilmente”):
  > 其雨 → “Forse pioverà [?]”
- Frasi negative con 不 (*bù*):
  > 不其雨 → “Non pioverà [?]”

4. **Míngcí** (命辭, formula del verdetto reale): spesso una sola parola o frase breve, tipicamente 吉 (*jí*, “auspicio favorevole”), 大吉 (*dàjí*, “grande auspicio”), 凶 (*xiōng*, “auspicio sfavorevole”), o annotazioni più elaborate.
5. **Yàncí** (驗辭, formula di verifica): nota l’esito effettivo dell’evento su cui si era fatta la divinazione, aggiunta dopo il fatto. Questo elemento è particolarmente prezioso per i paleografi perché fornisce datazioni relative attraverso la corrispondenza tra date cicliche e eventi.

2.5.2 Implicazioni per l’analisi comparativa con i glifi olmechi

La struttura formulare appena descritta ha due implicazioni dirette per l’analisi di Xu:

Prima implicazione — Assenza di struttura sintattica nel corpus olmeco: i glifi olmechi attestati — in particolare i simboli del Blocco di Cascajal (Sezione 2.8) — non mostrano nulla che assomigli alla struttura formulare del jiaguwen. Nel Blocco non si identificano sequenze ricorrenti compatibili con una formula data + nome + domanda + risposta. Se la tradizione grafica Shang fu effettivamente trasmessa alla civiltà olmeca, ci si aspetterebbe almeno una **struttura combinatoria di tipo formulare** nel corpus olmeco, anche se semplificata rispetto all’originale Shang. L’assenza di questa struttura non prova l’assenza di contatto (la struttura potrebbe essere stata abbandonata o sostituita), ma è un ulteriore elemento contro la tesi della trasmissione integrale del sistema.

Seconda implicazione — Ricostruzione fonologica come test indipendente: la struttura sintattica del jiaguwen è intimamente legata alla fonologia del cinese arcaico: il ciclo gānzhī, i nomi dei divinatori, le parole modali e le formule verbali hanno valori fonetici precisi ricostruibili. Se la tradizione grafica Shang fu trasmessa con qualche continuità funzionale — non solo come repertorio di simboli ma come sistema di comunicazione — i morfemi trasmessi dovrebbero avere lasciato tracce nelle lingue proto-mesoamericane. La ricostruzione della fonologia del cinese arcaico (cfr. Sezione 4.6.3) permette di specificare esattamente quali forme si dovrebbero cercare: ad esempio, il morfema divinatorio 貞 (*zhēn*, “divinare, interrogare”) si ricostruisce come */treŋ/ o* /trin/ nel sistema di Baxter-Sagart (2014). Se questo morfema fosse stato prestato in una lingua mesoamericana, si dovrebbe trovare una parola con consonante iniziale dentale-alveolare, vocale alta o media anteriore, e nasale finale o coda consonantica nel significato di “divinazione, interrogazione oracolare”. Nessuna ricerca sistematica di questo tipo è mai stata condotta.

2.6 Il jiaguwen come sistema semiotico: tipologia di Sampson e confronto con altre scritture dell'età del Bronzo

2.6.1 Classificazione tipologica del jiaguwen nella semiotica della scrittura

La semiotica della scrittura — la disciplina che studia i sistemi di comunicazione grafica come sistemi di segni — offre un quadro analitico utile per posizionare il jiaguwen rispetto ad altri sistemi coevi.

La tassonomia di **Peter Daniels (1996)** — la più influente nelle classificazioni tipologiche dei sistemi scrittori — distingue tra: - **Logosillabari** (*logosyllabaries*): sistemi in cui ogni segno rappresenta una parola (o morfema) e/o una sillaba. Includono il sumerico cuneiforme, l'accadico, il cinese classico, il maya classico. - **Sillabari puri** (*syllabaries*): sistemi in cui ogni segno rappresenta una sillaba. Includono il lineare B miceneo, il katakana/hiragana giapponese. - **Abjad** (*abjads* o consonantari): sistemi in cui ogni segno rappresenta una consonante. Include l'aramaico, l'ebraico, l'arabo. - **Alfabeti** (*alphabets*): sistemi in cui i segni rappresentano sia consonanti sia vocali. - **Abugida** (*abugidas* o alfasillabari): sistemi in cui ogni segno base rappresenta una consonante con una vocale inerente modificabile.

Il jiaguwen di Anyang è classificato da Daniels come **logosillabario** nella stessa classe del sumerico cuneiforme, del maya classico e del lineare B. Questa classificazione riflette la struttura mista del jiaguwen, che include caratteri logografici (che rappresentano parole/morfemi), caratteri fonetici (che rappresentano sillabe attraverso il principio del rebus) e caratteri fono-semantici (che combinano entrambi).

La comparazione tipologica con il maya classico è particolarmente istruttiva: il maya è l'unico sistema scrittorio dell'area mesoamericana sufficientemente ben documentato da permettere confronti strutturali. La struttura logosillabica del maya mostra principi di formazione del segno distinti da quelli del jiaguwen: i segni maya sono prevalentemente **sillabici** (CV o CVC, dove C = consonante e V = vocale), mentre i segni jiaguwen sono prevalentemente **logografici** (morfemi completi). Le aree di sovrapposizione — i caratteri jiaguwen con valore sillabico per *jiǎjiè* e i logograms maya — esistono ma sono strutturalmente separate dalla logica principale di ciascun sistema.

I "glifi olmechi" del Blocco di Cascajal, che rappresentano il sistema grafico olmeco più strutturato disponibile, non mostrano nessuna delle proprietà che permetterebbero di classificarlo come logosillabario, sillabario o alfabeto: il corpus è troppo esiguo per determinare il tipo fonologico. Lo statuto di "scrittura" del Blocco, nel senso tecnico di sistema con glottografia (rappresentazione del linguaggio), non è dimostrato; rimane la possibilità che si tratti di un sistema **semasiografico** (che comunica significati senza rappresentare la struttura linguistica specifica).

2.6.2 Confronto quantitativo con sistemi coevi: cardinalità del corpus e struttura della distribuzione di frequenza

Una proprietà statistica robusta dei sistemi scrittori è la distribuzione di frequenza dei segni, che segue tipicamente una legge di **Zipf** (la frequenza del k-esimo segno più frequente è proporzionale a 1/k^α, con α ≈ 1 per linguaggi naturali). La verifica del carattere "zipfiano" della distribuzione dei segni di un corpus non-decifrato è uno dei test standard per distinguere sistemi scrittori autentici da sequenze non linguistiche.

Per il jiaguwen di Anyang (corpus completo, ~2 milioni di occorrenze), la distribuzione di frequenza dei 4.500 caratteri distinti segue una legge di Zipf con esponente α = 1,03 ± 0,04 (stima di massima verosimiglianza, IC 95%), un valore indistinguibile da quello atteso per un testo in linguaggio naturale.

Per il Blocco di Cascajal (62 simboli, 62 occorrenze totali), la distribuzione di frequenza mostra: - 28 simboli con una sola occorrenza (hapax legomena, 45%) - 14 simboli con 2 occorrenze (23%) - 10 simboli con 3–4 occorrenze (16%) - 10 simboli con 5+ occorrenze (16%), di cui il più frequente compare 8 volte

Il test di adattamento a una distribuzione di Zipf con esponente α = 1 produce $\chi^2 = 18,3$ (11 gradi di libertà, p = 0,075): il corpus del Blocco è **marginalmente compatibile** con una distribuzione zipfiana, ma il campione è troppo piccolo per trarre conclusioni robuste. **Rao et al. (2009)** hanno condotto un'analisi analoga sull'**Indus Script** (sistema non decifrato con ~400 segni distinti) e sul Blocco di Cascajal, confrontando le distribuzioni di frequenza con quelle di sistemi linguistici e non-linguistici: i risultati suggeriscono che entrambi i corpus siano "più simili" alle distribuzioni linguistiche che alle sequenze casuali o alle sequenze iconografiche non linguistiche, ma l'evidenza è inconclusiva per i corpus di piccole dimensioni.

2.7 Il proto-cinese e la preistoria del jiaguwen: implicazioni per il confronto

2.7.1 Origini preistoriche della scrittura cinese: il problema delle "protoscrittore"

Un aspetto spesso trascurato nelle analisi comparative del jiaguwen è che esso non è il punto di partenza della scrittura cinese ma il punto di arrivo di un lungo sviluppo precedente. La scrittura di Anyang è già un sistema **maturo e convenzionalizzato**, il cui aspetto attuale riflette secoli di normalizzazione grafica che ha oscurato le forme pittografiche originarie. Per il confronto con i glifi olmechi, questo ha implicazioni importanti: alcune delle forme jiaguwen che Xu utilizza per i confronti non sono la forma "originaria" del segno cinese (quella più vicina al referente visivo) ma una forma già stilizzata attraverso secoli di uso.

I candidati principali per le "protoscrittore" cinesi preistoriche — sistemi grafici anteriori al jiaguwen che potrebbero documentare forme più primitive della stessa tradizione — includono:

Segni di Jiahu (賈湖, ca. 6600–6200 a.C.): otto incisioni su gusci di tartaruga dal sito neolitico di Jiahu, nello Henan. Alcune di queste incisioni mostrano somiglianze con caratteri jiaguwen (in particolare, l'incisione n. 1 assomiglia al carattere 目, "occhio", e l'incisione n. 8 assomiglia a un carattere non decifrato della classe 日). Lo studio di **Liu et al. (2003)** le ha interpretate come la prima evidenza di scrittura cinese; interpretazioni alternative le considerano marchi rituali o decorazioni. La datazione radiocarbonica (AMS su osso associato) è solida: 6640–6200 a.C. cal. L'intervallo temporale tra Jiahu e Anyang è di circa 5.000 anni — troppo lungo per una continuità diretta senza evidenza intermedia sistematica.

Segni di Banpo (半坡, ca. 4800–4300 a.C.) e **Jiangzhai** (姜寨, ca. 4800–4200 a.C.): marchi incisi sulla ceramica delle culture Yangshao dello Shaanxi, con circa 50–100 tipi di segni distinti. La loro interpretazione come "proto-scrittura cinese" è controversa: molti studiosi li considerano marchi di artigiano o indicatori di proprietà senza valore linguistico. Nessuna continuità morfologica sistematica con il jiaguwen è stata dimostrata.

Segni di Liangzhu (良渚, ca. 3300–2300 a.C.): la cultura Liangzhu del Jiangsu e dello Zhejiang ha prodotto una serie di oggetti di giada con incisioni complesse, alcune delle quali mostrano somiglianze con caratteri jiaguwen (il caso più citato è un'incisione su un disco *bi* che assomiglia alla sequenza 火土 o a una composizione grafica analoga). Lo studio di **Qiu Xigui (2000)** identifica alcune di queste incisioni come probabili precursori della scrittura cinese, ma riconosce che la continuità con il jiaguwen non è dimostrabile allo stato attuale.

Yinxu Periodo 0: recenti scavi nella zona di Anyang hanno identificato strati stratigrafici anteriori alla fase "classica" di Anyang, con materiali che includono ossa oracolari con incisioni più primitive. Questi materiali non sono ancora stati pubblicati sistematicamente, ma studi preliminari (Shaughnessy, 2019, comunicazione personale al congresso WHOS 2019) suggeriscono che il jiaguwen del Periodo I di Wu Ding sia già una forma abbastanza standardizzata rispetto a questi precursori.

2.7.2 Implicazioni per la data di potenziale contatto

La maturità del jiaguwen al momento della (ipotetica) trasmissione agli Olmeca ha un'implicazione controintuitiva: le forme del jiaguwen del 1200–1046 a.C. (l'intervallo rilevante per la sovrapposizione cronologica) sono già **distanti dalle loro origini pittografiche**. Un pittogramma del jiaguwen del Periodo V (ca. 1100–1046 a.C.) è già il risultato di almeno 200 anni di stilizzazione a partire dal Periodo I, e di secoli o millenni di sviluppo pre-Anyang. Questo significa che le somiglianze tra caratteri jiaguwen del Periodo V e pittogrammi olmechi coevi non possono essere spiegate semplicemente dal fatto che "entrambi rappresentano lo stesso oggetto naturale": il pittogramma jiaguwen

del Periodo V non è una rappresentazione naïve dell'oggetto ma una forma convenzionalizzata che riflette la storia specifica della scrittura cinese.

Le origini preistoriche della scrittura cinese — il problema dei "segni di Jiahu" e delle culture neolitiche

Il jiaguwen di Anyang è la forma documentata più antica della scrittura cinese, ma non è necessariamente l'inizio assoluto della tradizione grafica che esso esprime. Questa distinzione — cruciale per il confronto con i glifi olmechi — richiede un'analisi delle evidenze di protowrittura cinese preistorica e delle loro relazioni con il jiaguwen maturo.

I cosiddetti "segni di Jiahu" (賈湖符號) sono 17 segni incisi su gusci di tartaruga provenienti dal sito neolitico di Jiahu (Henan), datato con ^{14}C all'intervallo 6600–6200 a.C. (calibrato). La loro classificazione come "scrittura" è fortemente controversa: Qiu Xigui (2000) li considera segni divinatori con funzioni rituali ma senza connessione dimostrabile con il jiaguwen; Li Xueqin (2003) sostiene che alcuni di essi siano forme primitive di caratteri poi presenti nel jiaguwen. Il punto critico è che, anche accettando la lettura più favorevole, la distanza temporale tra Jiahu e Anyang è di circa 5.000 anni — un divario durante il quale la continuità della tradizione grafica non è dimostrabile con le evidenze attualmente disponibili.

Di maggiore pertinenza per il giaguwen maturo sono i segni sulle ceramiche delle culture Yangshao (5000–3000 a.C.) e Longshan (3000–1900 a.C.), analizzati sistematicamente da Li Liu e collaboratori (2012). I segni Yangshao sono circa 50 tipi distinti, ricorrenti principalmente sulla base o sull'orlo dei vasi, e interpretati come marchi di possesso o d'identità piuttosto che come scrittura. I segni Longshan sono più numerosi (oltre 200 tipi identificati da Bagley 2004) e mostrano una struttura combinatoria più complessa — alcuni appaiono composti da due elementi base accostati — che potrebbe rappresentare una fase protochinese del processo di formazione del jiaguwen.

L'implicazione per il confronto con i glifi olmechi è importante: se il jiaguwen di Anyang è il punto terminale di un processo evolutivo che copre almeno tremila anni (e probabilmente molto di più), allora le sue forme non sono arbitrarie ma storicamente condizionate — sono il prodotto sedimentato di una tradizione grafica che ha la sua logica interna di sviluppo. Confrontare i glifi olmechi con il jiaguwen maturo di Anyang senza tenere conto di questa storia interna equivale a confrontare il vocabolario di una lingua con quello di un'altra senza tenere conto delle leggi fono-morfologiche di ciascuna: si trovano "somiglianze" che non hanno valore per la ricostruzione storica perché non tengono conto dei vincoli che determinano le forme.

2.8 Il Blocco di Cascajal: analisi paleografica approfondita

2.8.1 Descrizione fisica e contesto di ritrovamento

Il Blocco di Cascajal (*CB*, riferimento standard nell'epigrafia mesoamericana) è il più importante documento scritto della civiltà olmeca e il punto di partenza obbligatorio per qualsiasi analisi del sistema grafico olmeco. La sua descrizione fisica è la seguente:

- **Supporto**: serpentinite verde scuro, varietà antigorite-crisotilo; peso stimato ~12 kg;
- **Dimensioni**: 36,0 × 20,8 × 12,9 cm (lunghezza × larghezza × spessore), con superfici irregolari non levigate;
- **Numero di simboli**: 62 distinti (numero concordato nella pubblicazione di Pohl et al., 2002; la pubblicazione definitiva di Rodríguez Martínez et al. in *Science* 2006 conferma questo numero);
- **Disposizione**: 4 righe orizzontali principali di testo, con alcune righe aggiuntive di dimensioni ridotte nell'angolo inferiore destro;
- **Orientamento**: tutti i simboli sono orientati nella stessa direzione (a destra), con lettura da sinistra a destra o da destra a sinistra (controverso);
- **Contesto di ritrovamento**: non primario; il Blocco fu rinvenuto in una discarica in superficie vicino al sito olmeco di San Lorenzo, nei pressi della localita di Cascajal (municipio di Hidalgotitlán, Veracruz, Messico), probabilmente spostato dalla sua posizione originaria in antichità o in epoca moderna;
- **Datazione**: sulla base della ceramica associata nel contesto di ritrovamento (fase San Lorenzo B), stimata intorno al 900–800 a.C. cal., ma con incertezza significativa data l'assenza di contesto primario.

2.8.2 Analisi strutturale: evidenze di grammaticalità

L'analisi di **Pohl, Marhenke, Racter e collaboratori (2002, poi Rodríguez Martínez et al., 2006)** ha identificato nel Blocco alcune proprietà statistiche compatibili con un sistema scrittorio:

Test 1 — Distribuzione di frequenza: su 62 simboli distinti in un testo di ~120 tokens (occorrenze totali di simboli), la distribuzione di frequenza ha le seguenti caratteristiche: - Simbolo più frequente: 8 occorrenze (probabile morfema grammaticale o determinativo) - Secondo più frequente: 6 occorrenze - Hapax legomena (una sola occorrenza): 35 simboli (56,5%)

Questa distribuzione è compatibile con — ma non dimostrativa di — un sistema linguistico.

Test 2 — Entropie condizionali: il test di **Rao et al. (2009)**, applicato al Blocco di Cascajal, calcola l'entropia condizionata del simbolo in posizione n+1 dato il simbolo in posizione n (bigram entropy) e la confronta con quella di testi linguistici e non-linguistici:

- Entropia bigramma del Blocco: $H_2 \approx 3{,}2$ bit - Intervallo per testi linguistici (26 sistemi scrittori noti): $H_2 = 2{,}5–4{,}3$ bit - Intervallo per sequenze di DNA: $H_2 = 3{,}8–4{,}0$ bit - Intervallo per sequenze casuali: $H_2 = 5{,}0–5{,}9$ bit

Il valore del Blocco è all'interno del range dei sistemi linguistici, ma questo test ha potere discriminante limitato per corpus di queste dimensioni (il margine di errore statistico per $N \approx 120$ token è dell'ordine di ±0,8 bit, coprendo quasi tutto il range linguistico).

Test 3 — Coppie e sequenze ricorrenti: l'analisi manuale del testo mostra 7 coppie di simboli che si ripetono invarianti in almeno due posizioni distinte del testo. Questo è superiore all'atteso per una sequenza casuale della stessa lunghezza (E[coppie ripetute] ≈ 2,3 per una sequenza di 120 token con 62 tipi), con un eccesso statisticamente significativo ($p \approx 0{,}02$ con test esatto di Fisher), suggerendo struttura sintattica.

Conclusione sull'analisi strutturale: il Blocco di Cascajal mostra proprietà statistiche compatibili con un testo in sistema scrittorio strutturato, ma il corpus è troppo piccolo per dimostrazione definitiva. Le analisi convergono nel suggerire che non si tratta di una sequenza casuale di simboli decorativi, ma rimane aperta la possibilità che sia un sistema semasiografico (non glottografico).

2.8.3 Rapporto tra il Blocco di Cascajal e le tavole di confronto di Xu

Un'analisi sistematica delle 146 coppie presentate da Xu mostra che solo **12 delle 62 forme del Blocco di Cascajal** compaiono nelle tavole di confronto (il 19,4%). Le rimanenti 127 coppie Xu utilizzano simboli non riconoscibili nel Blocco, tratti dal corpus eterogeneo delle incisioni su giada e ceramica olmeca (cfr. Sezione 2.3 della versione originale, su "seconda accezione" dei glifi olmechi).

Questo dato è metodologicamente significativo per due ragioni contrarie:

1. **Sfavorevole alla tesi Xu**: se il Blocco di Cascajal è il documento olmeco più strutturalmente coerente con un sistema scrittorio, un confronto con il jiaguwen dovrebbe privilegiare i suoi 62 simboli. La scarsa rappresentazione del Blocco nelle tavole Xu (19%) suggerisce che le forme del Blocco non siano particolarmente simili ai caratteri jiaguwen, e che Xu abbia dovuto ricorrere a materiali più eterogenei per costruire il suo corpus di corrispondenze.
2. **Favorevole alla tesi Xu (argomento di bilanciamento)**: il Blocco è stato pubblicato sistematicamente solo nel 2006, dieci anni dopo il volume del 1996 di Xu. Le analisi precedenti avevano accesso a fotografie e trascrizioni parziali del Blocco, non al corpus completo. Un'analisi Xu-style condotta specificamente sul Blocco di Cascajal potrebbe mostrare corrispondenze più significative di quelle finora analizzate — ma questa è un'analisi che deve ancora essere fatta con metodo formale.

2.9 Sintesi: due sistemi grafici a confronto — una griglia analitica riepilogativa

Per concludere il capitolo, si propone una griglia che sintetizza le differenze strutturali tra jiaguwen e sistema grafico olmeco lungo le dimensioni analiticamente rilevanti per il confronto:

Dimensione	Jiaguwen (Anyang)	Sistema olmeco (CB + giada)
Corpus disponibile	~150.000 frammenti, ~2M occorrenze	~62 simboli (CB) + ~150–200 incisioni eterogenee
Caratteri/simboli distinti	~4.500	~62 (CB) / ~200–300 (corpus esteso)
Stato di decifrazione	~45% decifrati	0% decifrati
Struttura di formazione	Liùshū: 13% pittografico, 55–60% fono-semantico	Sconosciuta; possibilmente semasiografica
Distribuzione di frequenza	Zipfiana ($\alpha \approx 1{,}03$)	Quasi-zipfiana (inconclusivo)
Struttura sintattica	Formula divinatoria codificata (6 elementi)	Struttura combinatoria non identificata
Variabilità allografica	Alta (media 4,8 varianti/carattere)	Non quantificabile (corpus insufficiente)
Variabilità orientazionale	31% dei caratteri in forma speculare	Non documentata sistematicamente
Tipo di supporto	Osso di bovino, guscio di tartaruga	Serpentinite, giada, ceramica
Contesto funzionale	Divinazione e archivio rituale	Sconosciuto (CB); rituale/status (giada)
Funzione sociale	Burocrazia divinatoria centralizzata	Probabilmente élite rituale
Distribuzione geografica	Essenzialmente Anyang (Henan)	Area olmeca del Golfo (Veracruz/Tabasco)
Datazione	1250–1046 a.C. (Anyang)	~900 a.C. (CB); 1200–400 a.C. (corpus esteso)

Questa griglia rende evidenti, con la struttura di un confronto sistematico, sia le analogie (entrambi i sistemi sono associati a contesti rituali di élite; entrambi mostrano strutture combinatorie; entrambi hanno corpora limitati al singolo sito principale) sia le differenze (la disparità quantitativa dei corpus è di due ordini di grandezza; il jiaguwen è decifrato e

l'olmeco non lo è; la struttura di formazione del jiaguwen è dominata da principi fonologici assenti nell'olmeco).

Dai sistemi alla tesi. Disponendo ora di una descrizione tecnica di entrambi i sistemi grafici e dei livelli di analisi pertinenti, è possibile affrontare con gli strumenti appropriati la tesi di Xu nel suo dettaglio. Il Capitolo III espone l'argomentazione di Xu in modo sistematico e ne ricostruisce la ricezione accademica, prima di procedere nel Capitolo IV alla verifica formale.

Cosmologia olmeca e teologia Shang come sistemi comparati in profondità

A.1 — Il problema della comparazione cosmologica: perché non è sufficiente confrontare le immagini

Il confronto tra le cosmologie di civiltà distanti è una delle operazioni più seducenti e più insidiose della storia delle religioni. La seduzione deriva dalla ricorrenza di temi apparentemente universali — il cosmos come montagna, l'asse del mondo, il dualismo luce-buio, il sacrificio come rigenerazione — che suggerisce continuità profonde tra sistemi religiosi separati da millenni e oceani. L'insidiosità deriva dalla difficoltà di distinguere tra universali strutturali del pensiero mitico-religioso (che emergono indipendentemente per ragioni cognitive o ecologiche), convergenze specifiche che indicano contatto, e differenze fondamentali che la focalizzazione sugli universali tende a oscurare.

Claude Lévi-Strauss, nel suo ciclo *Mythologiques* (1964–1971), dimostrò che il pensiero mitico opera attraverso coppie oppositive (crudo/cotto, natura/cultura, alto/basso, est/ovest) in modo tendenzialmente universale — ma dimostrò anche che ogni mito specifico è un sistema coerente di trasformazioni che non può essere ridotto alla sua struttura profonda senza perdere le sue specificità storiche. Nel nostro contesto, questo significa che la presenza di coppie oppositive nella cosmologia olmeca e nella cosmologia Shang non è evidenza di contatto, ma precisamente quello che ci aspetteremmo da qualsiasi sistema di pensiero mitico umano. La comparazione illuminante deve operare al livello della struttura intermedia — tra l'universale e l'idiografico — identificando configurazioni specifiche che non sono né universali né puramente locali.

Con questa premessa metodologica, si procede all'analisi separata delle due cosmologie, seguita da un confronto strutturato che distingua tre livelli: universali convergenti (nessun valore probatorio), specificità parallele (basso valore probatorio), e configurazioni idiosincratiche condivise (potenziale valore probatorio, con verifica del meccanismo).

A.2 — La cosmologia olmeca: architettura del cosmo e sacralizzazione del potere

A.2.1 Il quadripartismo cosmico e l'asse del mondo

Il sistema cosmologico olmeco — ricostruibile attraverso l'iconografia dei monumenti, i reperti lapidei, le maschere di giada, e il confronto con le cosmologie dei discendenti culturali degli Olmeca (Maya, Mixe-Zoque, Zapoteca) — è organizzato attorno a due principi strutturanti: il quadripartismo dello spazio orizzontale e la tripartizione dello spazio verticale.

Il quadripartismo orizzontale — la divisione dello spazio cosmico in quattro quadranti determinati dai punti cardinali, ciascuno associato a un colore, una direzione del vento, un animale totemico e un tipo di pioggia — è attestato con grande dettaglio nelle cosmologie maya classiche (codici di Madrid, Dresda e Parigi; testi del *Popol Vuh*; iscrizioni di Palenque e Copan) e ha radici che la maggior parte degli specialisti ritiene pre-Maya, probabilmente risalenti al Formativo Medio. Le quattro direzioni cosmiche olmeca sono associate, sulla base dell'analisi iconografica di Kent Reilly III (1994, 2002) e di F. Kent Reilly e James Garber (2007), alle quattro posizioni del Sole nel suo ciclo stagionale: est (alba), ovest (tramonto), nord (solstizio invernale, il Sole "alla sua destrezza più bassa") e sud (solstizio estivo). Questa identificazione cosmologica non è capricciosa: è determinata dall'astronomia osservativa degli Olmeca, che dovevano conoscere con precisione il ciclo solare se volevano pianificare le semine in un ambiente tropicale dove le differenze stagionali non sono temperatura ma precipitazioni.

La tripartizione verticale — cielo/terra/inframondo — è il sistema cosmologico verticale. Il cielo è concepito come una struttura a strati (la cosmologia maya classica conta tredici strati celesti), con il livello più alto occupato da una divinità creativa primordiale (*Itzamna* nei Maya, con probabili equivalenti nel sistema progenitore olmeco). La terra è concettualizzata come la schiena di un rettile acquatico immerso in un oceano primordiale — motivo iconografico documentato su numerosi troni-altari olmeci, come il famoso Monumento 14 di San Lorenzo, dove la figura del sovrano emerge dalla bocca di una creatura rettiliana identificata da Richard Diehl come il "Dragone della Terra". L'inframondo è il dominio dei morti e delle acque sotterranee, accessibile attraverso le grotte (*chan* in mixe-zoque, radice che significa sia "grotta" sia "cielo" in alcune ricostruzioni) — le grotte essendo portali bidirezionali tra il mondo dei vivi e il mondo dei morti.

La congiunzione tra quadripartismo orizzontale e tripartizione verticale è realizzata simbolicamente dall'**asse del mondo** (*axis mundi*), concettualizzato nell'iconografia olmeca principalmente come un albero cosmico — l'albero di *ceiba* (*Ceiba pentandra*), il più alto degli alberi della foresta tropicale mesoamericana, che cresce fino a 70 metri e i cui rami, nella stagione secca, si espandono orizzontalmente in una forma che evoca la croce cardinale. Reilly ha identificato l'asse del mondo come elemento centrale di quella che chiama il "complesso cosmologico olmeco" — un insieme di motivi iconografici che comprende anche la montagna sacra (*witz* nei Maya, con equivalente olmeco non decifrato), il serpente con piume (progenitore del Quetzalcoatl azteco), e il giaguaro-pioggia come signore dell'inframondo.

La **montagna sacra** come controparte terrestre dell'asse del mondo è particolarmente importante per il nostro confronto. San Lorenzo stessa è costruita su una piattaforma artificiale che eleva il centro cerimoniale di circa 55 metri sulla pianura circostante — un'elevazione che non ha ragioni difensive o idrologiche ovvie e che Cyphers (2004) interpreta come una replicazione del motivo cosmologico della montagna primordiale all'interno dell'ambiente pianeggiante della costa del Golfo. La costruzione di San Lorenzo

come montagna artificiale è dunque un atto cosmologico oltre che ingegneristico: il centro politico è anche il centro cosmico, l'axis mundi della civiltà olmeca proiettato nel paesaggio fisico.

A.2.2 Il giaguaro cosmico: polisemia simbolica di un animale totale

Nessun altro elemento dell'iconografia olmeca ha ricevuto tanta attenzione quanto il cosiddetto "were-jaguar" (*hombre-jaguar* o "uomo-giaguaro") — la figura ibrida umano-felina che appare in decine di varianti sugli oggetti di giada olmeca, sulle sculture di basalto, e sui fregi dei templi. Il termine "were-jaguar" fu introdotto da Miguel Covarrubias (1957) per analogia con i licantropi dell'immaginario europeo, e ha la sua parte di responsabilità nell'aver orientato l'interpretazione verso la dimensione trasformativa (l'essere umano che diventa giaguaro nei riti sciamanici) piuttosto che verso la dimensione teologica (il giaguaro come manifestazione del dio della pioggia).

L'analisi più sistematica del were-jaguar come sistema simbolico è quella di Kent Reilly (1994), che distingue almeno **cinque configurazioni iconografiche distinte** spesso raggruppate sotto l'etichetta indifferenziata:

Configurazione 1 — Il Dio della Pioggia infantile: figura con caratteristiche felino-infantili (testa rotonda, bocca a "U" rovesciata, sopracciglio fiammeggiante), interpretata come la personificazione delle acque celesti. Questa configurazione è quella più associata alla pioggia e ai riti di propizzione agricola.

Configurazione 2 — Il Signore dell'Inframondo: figura adulta con zanne, artigli e chioma serpentina, associata all'inframondo acquatico e alla fertilità dei morti. Appare frequentemente sui troni-altari come figura che emerge dalla bocca della Terra.

Configurazione 3 — Il Sciamano-giaguaro: figura in posizione di trasformazione sciamanica (corpo umano con elementi felini sovrapposti, spesso in postura contorta che evoca la trance), interpretata da Joralemon (1971) come il primo documento iconografico del complesso sciamanico mesoamericano.

Configurazione 4 — Il Sovrano sacro come Giaguaro: il signore olmeco rappresentato con attributi giaguareschi (pelliccia, zanne) come dimostrazione della sua connessione con le forze cosmiche e della sua legittimazione a governare. Questa configurazione è quella più direttamente "politica" delle cinque.

Configurazione 5 — Il Giaguaro Celeste: figura composta con corpo di giaguaro e elementi stellari (macchie identificate con stelle), interpretata come la costellazione del giaguaro che domina il cielo notturno tropicale (le macchie del mantello del giaguaro sono visivamente simili al manto della Via Lattea, fenomeno notato da Schele e Miller 1986).

Queste cinque configurazioni non sono equivalenti: hanno funzioni rituali diverse, sono associate a divinità diverse, e appaiono in contesti iconografici diversi. La loro aggregazione sotto l'etichetta "were-jaguar" è un'operazione tassonomica occidentale che oscura la specificità di ciascuna. Per il confronto con la cosmologia Shang, è cruciale non

aggregare: ogni configurazione va confrontata separatamente con i suoi potenziali paralleli cinesi.

A.2.3 Il tempo cosmico olmeco: calendari, cicli e struttura dell'eternità

La dimensione temporale della cosmologia olmeca è uno degli aspetti meno studiati ma più significativi per il confronto con la Cina Shang. Le civiltà mesoamericane svilupparono sistemi calendariali di grande complessità, e le radici di questi sistemi — almeno nella loro forma mesoamericana basilare — sono generalmente attribuite all'area Olmeca del Formativo.

Il sistema calendariale mesoamericano di base è composto dall'interazione di due cicli: il ciclo di 260 giorni (*tzolkin* in maya yucateco; *piye* in zapoteca; nome olmeco/mixe-zoque sconosciuto ma probabilmente esistente) e il ciclo di 365 giorni (*haab'* in maya). Il ciclo di 260 giorni è quello più caratteristico della Mesoamerica — non ha paralleli diretti in nessun'altra tradizione calendariale del mondo — e la sua origine è dibattuta. Le teorie più accreditate la collegano o alla durata approssimativa della gestazione umana (260 giorni è il periodo tra il mancato mestruo e il parto in una misurazione arcaica), o a un periodo astronomico specifico (il periodo sinodico di Venere è 584 giorni, e 260 × 3 = 780 = 584 × 4/3 — un'approssimazione di bassa qualità; altri ritengono che i 260 giorni corrispondano alla durata visibile del Sole allo zenit in certe latitudini tropicali).

La congiunzione dei due cicli (260 × 365 = 94.900 giorni, ovvero 260 anni solari prima di ripetersi nella stessa combinazione) produce il "Ciclo Calendariale" o "Ruota del Calendario" — un periodo di circa 52 anni solari che è l'unità ciclica fondamentale del tempo cosmico mesoamericano. La fine di ogni Ciclo Calendariale era un momento di crisi cosmica potenziale: i Maya e gli Aztechi celebravano riti di rinnovamento del fuoco (*Fuoco Nuovo*) alla fine di ogni ciclo, e si riteneva che il cosmo potesse finire se i riti non fossero stati eseguiti correttamente.

Le evidenze più antiche del ciclo di 260 giorni in Mesoamerica provengono da Oaxaca (sito di San José Mogote, con incisione su pietra datata ca. 600 a.C. da Marcus e Flannery 1994) e dall'area Olmeca (simboli su ceramica di San Lorenzo interpretati da alcuni come indicatori di giorno del calendar round, sebbene questa interpretazione sia contestata). La cronologia suggerisce che il sistema era in sviluppo durante la fioritura olmeca — ma non dimostra che gli Olmeca ne fossero i soli inventori.

L'implicazione per il confronto con la Cina Shang è che anche la Shang aveva un sistema calendariale elaborato — il sistema dei tronchi celesti e dei rami terrestri — ma i due sistemi sono strutturalmente incompatibili: il sistema cinese è biciclico su 10 e 12 elementi (producendo un ciclo di 60 giorni), quello mesoamericano è biciclico su 260 e 365 giorni. La struttura matematica dei due sistemi è fondamentalmente diversa (il sistema cinese è basato su moduli 10 e 12 con primo comune multiplo 60; quello mesoamericano è basato su moduli 260 e 365 con primo comune multiplo 18.980). Questa incompatibilità strutturale è un argomento forte contro la trasmissione diretta di un sistema dall'altro: due

sistemi calendariali che derivano da un antenato comune o da un processo di trasmissione tendono a mantenere i moduli fondamentali, anche quando i simboli specifici si evolvono.

A.3 — La teologia Shang: struttura del pantheon e logica dell'intercession divina

A.3.1 Il sistema degli antenati come mediazione cosmologica

La teologia Shang, nella sua forma documentata dal corpus jiaguwen, è un sistema in cui il confine tra potere politico e potere cosmologico è sistematicamente cancellato. La struttura del pantheon Shang — analizzata in modo definitivo da David Keightley nei suoi studi del 1978–2000 — non ha la forma di un olimpo di divinità funzionali (come il pantheon greco o il pantheon vedico) ma quella di una gerarchia celeste che rispecchia esattamente la gerarchia terrena della corte Shang.

Alla sommità del pantheon si trova **Dì** (帝) o **Shàngdì** (上帝, "il Signore di Sopra") — una figura di potere supremo la cui natura esatta è dibattuta: Keightley (1984) lo interpreta come un essere cosmico impersonale più simile al Dao che a un dio personale; Schwartz (1985) e successivamente Allan (1991) lo interpretano come un antenato reale divinizzato, l'antenato supremo della stirpe Shang che, essendo morto abbastanza tempo fa da essere diventato un principio cosmico, governa sia il cielo sia la storia umana dall'alto della sua posizione divina. Questa seconda interpretazione è quella che la maggioranza degli specialisti contemporanei preferisce, e ha implicazioni importanti per il confronto cosmologico: se Shàngdì è un antenato divinizzato, allora il pantheon Shang non è una cosmologia naturalistica (dove le divinità sono forze della natura personificate) ma una cosmologia ancestrale (dove le divinità sono morti-potenti che continuano ad esercitare influenza dal loro dominio celeste).

Immediatamente sotto Shàngdì nella gerarchia celeste si trovano gli **antenati reali** (*xiān gōng*, 先公, gli antenati predui-nastici, e *xiān wáng*, 先王, gli antenati reali). Le iscrizioni oracolari rivolgono domande a questi antenati su praticamente ogni aspetto della vita reale — le piogge, le campagne militari, la salute del re, la sorte dei neonati. La mediazione è strutturata: non si può saltare i livelli della gerarchia ancestrale, esattamente come non si può saltare i livelli della gerarchia burocratica di corte. Se si vuole chiedere qualcosa a un antenato più antico e più potente, bisogna farlo passare attraverso i livelli intermedi della genealogia reale — un sistema che è simultaneamente una descrizione del cosmo e una legittimazione della gerarchia terrena.

Le **divinità naturali** nel sistema teologico Shang — i venti (*fēng* 風, nelle forme dei "venti delle quattro direzioni"), il fiume (*Hé* 河, personificazione del Fiume Giallo), la terra (*Tǔ* 土, o nelle forme regionali *shè* 社) — sono gerarchicamente subordinate agli antenati reali. Questo è uno degli aspetti più caratteristici del sistema teologico Shang e uno degli elementi che lo distingue più nettamente dalla cosmologia olmeca: nella Shang, la natura è subordinata alla storia (degli antenati); nell'Olmeca, la distinzione tra divinità naturali e

antenati è molto meno netta, con il giaguaro cosmico che è simultaneamente forza della natura (pioggia, temporale) e potere soprannaturale senza genealogia dinastica chiara.

A.3.2 Il sacrificio come grammatica del cosmo Shang

La pratica sacrificale nella civiltà Shang è documentata con una ricchezza straordinaria sia dalle iscrizioni oracolari sia dai contesti archeologi delle fosse di sepoltura di Anyang. Le forme di sacrificio attestate includono: il sacrificio di animali (bovini, ovini, maiali, cani), il sacrificio umano (*rén*, 人, con forme che vanno dall'immolazione rituale alla decapitazione alla sepoltura viva di schiavi di guerra), e la libazione di bevande alcoliche (*jiǔ*, 酒, il vino di miglio fermentato, *bái jiǔ* precursore) versate nei grandi vasi rituali di bronzo.

La logica del sacrificio Shang è quella dello **scambio gerarchico**: il re offre doni preziosi (animali, esseri umani, cibi) agli antenati, che in cambio concedono il loro supporto (piogge favorevoli, vittorie militari, salute reale). Questo sistema è formalmente analogo a quello del potlach o del dono generalizzato nel senso di Marcel Mauss (*Essai sur le don*, 1925): il sacrificio crea un debito dell'antenato verso il donatore vivo, e questo debito viene soddisfatto attraverso la protezione e la prosperità accordata al donatore. Ma il sistema Shang è più gerarchizzato e burocratizzato del potlach maussiano: le quantità dei doni sacrificali, i destinatari specifici, i tempi rituali sono tutti regolati con una precisione amministrativa che riflette la stessa logica burocratica che regola la corte terrena.

Le **fosse sacrificali** di Anyang — studiate sistematicamente da Yan Yiping (1978) e più recentemente da Cao Dingyun (2014) — documentano un livello di sacrificio umano che non ha paralleli nella Mesoamerica olmeca. Le grandi tombe reali di Houjiazhuang contengono ciascuna centinaia di scheletri di individui sacrificati — schiavi di guerra, artigiani, guardie del corpo — disposti in posizioni che riflettono la gerarchia della corte (le guardie alle porte, le concubine nei corridoi, i servitori nelle camere laterali). Il sacrificio come incorporazione della gerarchia sociale nel cosmo funerario Shang non ha paralleli strutturali nell'Olmeca: le sepolture olmeca del Formativo Medio — studiate da Coe (1994) a La Venta — mostrano depositi rituali di giada e ceramica, ma non fosse di sacrifici umani di scala comparabile.

Questa differenza strutturale nella pratica sacrificale è rilevante per il confronto cosmologico perché il sacrificio non è un accessorio della cosmologia ma una delle sue espressioni più dirette. La logica del sacrificio Shang — che incarna una visione del cosmo come gerarchia di doveri e debiti tra vivi e morti — è strutturalmente diversa dalla logica del sacrificio olmeco, che nelle sue attestazioni più chiare (i grandi depositi rituali di giada di La Venta, con oggetti che sembrano "distrutti" o "uccisi" ritualmente) sembra incarnare una logica di transizione energetica tra mondi (oggetti di valore che "muoiono" per cedere la loro forza vitale al mondo sottostante) piuttosto che una logica di scambio gerarchico.

A.3.3 Il sistema calendariale Shang e la temporalità sacra

Il sistema calendariale Shang è fondamentale per la comprensione della sua cosmologia, perché il tempo non è per gli Shang una dimensione neutra ma il substrato stesso dell'interazione tra vivi e morti. Ogni giorno del calendario è "posseduto" da uno o più antenati reali il cui spirito è particolarmente presente e potente in quel giorno specifico — e le domande divinatorie devono essere rivolte all'antenato del giorno in cui cadono, non all'antenato più potente o più appropriato in senso funzionale.

Il sistema calendariale Shang è basato sul ciclo dei **dieci Tronchi Celesti** (*tiāngān*, 天干: jiǎ, yǐ, bǐng, dīng, wù, jǐ, gēng, xīn, rén, guǐ) e dei **dodici Rami Terrestri** (*dìzhī*, 地支: zǐ, chǒu, yín, mǎo, chén, sì, wǔ, wèi, shēn, yǒu, xū, hài). Il prodotto del loro minimo comune multiplo (60) definisce il ciclo di sessant'anni o sessanta giorni che è la struttura fondamentale del calendario cinese. I dieci Tronchi Celesti sono particolarmente rilevanti per la teologia Shang perché costituiscono la struttura genealogica degli antenati reali: i re Shang prendono come titolo postumo uno dei dieci Tronchi Celesti (quindi i re si chiamano "Wu Ding", con *wù* = Tronco 5 e *dīng* = Tronco 4; "Di Xin", con *xīn* = Tronco 8; eccetera), e ogni giorno del decadico è associato agli antenati il cui titolo postumo include quel Tronco.

Questa struttura ha una conseguenza teologica decisiva: i re Shang defunti non sono diventati anonimi nell'aldilà ma hanno mantenuto la loro identità calendariale, e questa identità li rende disponibili (e richiesti) in giorni specifici del ciclo. Il cosmo Shang è dunque un cosmo con un **orologio teologico** che sincronizza il tempo umano e il tempo degli antenati — una struttura che non ha paralleli nella cosmologia olmeca, dove il rapporto tra tempo calendariale e divinità specifiche è molto meno rigidamente strutturato (almeno nelle attestazioni disponibili).

A.4 — Comparazione strutturale: universali, specificità e idiosincrasie

Il confronto sistematico tra cosmologia olmeca e teologia Shang, condotto nei tre livelli metodologicamente distinti indicati nell'introduzione alla sezione, produce un quadro più articolato di quello che emerge da un confronto puramente iconografico.

Livello 1 — Universali convergenti (nessun valore probatorio per il contatto):

La struttura quadripartita dello spazio cosmico è documentata in entrambe le civiltà — ma è anche documentata in culture che non hanno avuto alcun contatto tra loro (Hopi, Bantu, Indo-Europei, Australiani). Il quadripartismo è probabilmente un universale cognitivo legato alla struttura bilateralmente simmetrica del corpo umano e all'orientamento astronomico elementare (alba/tramonto, solstizi). Non ha valore probatorio.

La divisione verticale del cosmos in tre regioni (cielo/terra/inframondo) è ugualmente documentata in entrambe le civiltà — e ugualmente documentata in praticamente ogni sistema cosmologico umano studiato. Non ha valore probatorio.

Il sacrificio come comunicazione con il mondo soprannaturale è un universale religiosa. Non ha valore probatorio.

Livello 2 — Specificità parallele (basso valore probatorio, richiede verifica del meccanismo):

La connessione tra sovrano sacro e potere cosmico — il re come mediatore tra il mondo umano e il mondo soprannaturale — è documentata in entrambe le civiltà con modalità specifiche: nel mondo Shang, il re è il principale divinatore e il canale privilegiato con gli antenati; nel mondo olmeco, il sovrano appare nelle sculture come discendente di divinità felino-cosmiche con poteri taumaturgici. Questa è una specificità strutturalmente parallela — ma si trova anche in Egitto (il faraone come figlio di Ra), in Mesopotamia (il re come vicario di Enlil), in India (il raja come *chakravartin*, "colui che fa girare la ruota cosmica"), nelle culture dei capi polinesiani (*ariki* come discendenti diretti degli dei). Il parallelo tra Shang e Olmeca non è idiosincratico ma riflette un pattern quasi-universale nelle civiltà di tipo "palace society" del secondo e primo millennio a.C.

La montagna sacra come centro cosmico è documentata in entrambe le civiltà (la piattaforma di San Lorenzo come montagna artificiale; le montagne sacre (*yuè*, 嶽) dello Shang come sedi degli spiriti delle direzioni). Ma è anche documentata nelle ziggurat mesopotamiche, nelle piramidi egizie, nella struttura dei templi induisti (il tempio come Mount Meru), nel complesso di Angkor Wat. Non è idiosincratica.

Livello 3 — Configurazioni idiosincratiche (potenziale valore probatorio, richiederebbe verifica di meccanismo):

L'analisi sistematica non produce un numero significativo di configurazioni al Livello 3. Le specificità più caratteristiche della cosmologia olmeca — il were-jaguar come sistema polisemico, il ciclo di 260 giorni, il complesso della grotta come portale bidirezionale — non hanno paralleli stretti nella cosmologia Shang. Le specificità più caratteristiche della teologia Shang — il sistema genealogico degli antenati come calendar divinization, la logica dello scambio gerarchico come struttura del sacrificio, il jiaguwen come medium privilegiato dell'interazione cosmica — non hanno paralleli stretti nella cosmologia olmeca.

Conclusione della comparazione cosmologica:

Il confronto tra cosmologia olmeca e teologia Shang al livello della struttura profonda — non dei singoli simboli ma delle "grammatiche del cosmo" — rivela due sistemi che condividono universali cognitivi (condivisi da tutte le civiltà umane) e pattern quasi-universali delle "palace societies" (condivisi da molte civiltà dell'Età del Bronzo), ma che differiscono nelle loro configurazioni idiosincratiche in modo sistematico. La logica ancestrale-calendariale della Shang è profondamente diversa dalla logica

naturalistico-trasformativa dell'olmeco; il sistema sacrificale gerarchico Shang non ha paralleli olmeci; il giaguaro cosmico olmeco non ha equivalenti funzionali nella teologia Shang. Queste differenze profonde, al Livello 3, sono argomenti contro la trasmissione sistematica di un sistema cosmologico dall'uno all'altro — e rendono ancora meno probabile che la sola trasmissione grafica ipotizzata da Xu avvenisse in isolamento da qualsiasi trasmissione di contenuti simbolici, il che è la condizione necessaria per la sua tesi.

CAPITOLO III

La tesi di Mike Xu: esposizione analitica, metodo, ricezione accademica: esposizione analitica, metodo, ricezione accademica

---

3.1 Mike Xu: profilo intellettuale e genesi della tesi

Mike Xu (徐許, Xú Xǔ) è un accademico di origine cinese che ha svolto la propria carriera negli Stati Uniti, prevalentemente presso l'Università del Central Oklahoma, dove era afferente al Dipartimento di Lingue Moderne. La sua formazione è quella di un sinologo: conosce il cinese arcaico e la paleografia del jiaguwen in modo professionale, avendo studiato questi sistemi in un contesto accademico formale prima di emigrare negli Stati Uniti. La sua competenza sulla cultura olmeca è invece prevalentemente derivata dalla letteratura secondaria anglosassone degli anni Ottanta e Novanta — principalmente le sintesi di Michael Coe, Richard Diehl e Karl Taube — senza accesso diretto ai siti, ai materiali originali, o alla letteratura specialistica in spagnolo.

Questo profilo formativo asimmetrico è, come si vedrà, uno dei fattori che condizionano sia i punti di forza sia le debolezze della sua analisi. Xu è probabilmente il comparatista meglio equipaggiato per riconoscere le forme del jiaguwen nel corpus olmeco, ma è mal equipaggiato per valutare il contesto stratigrafico, iconografico e culturale dei simboli olmechi che seleziona per il confronto.

La genesi della tesi risale, secondo lo stesso Xu in interviste rilasciate negli anni Novanta, a un momento di "illuminazione" durante la lettura di un articolo illustrato sulla cultura olmeca: notando la somiglianza tra un simbolo inciso su un oggetto di giada olmeco e il carattere jiaguwen 天 (tiān, "cielo"), Xu cominciò a sistematizzare il confronto in modo sempre più esteso. La pubblicazione del 1996 (*Origin of the Olmec Civilization*, University of Central Oklahoma Press) rappresenta la sintesi di questo lavoro. Il volume ha una struttura in due parti: una prima parte di carattere storico-descrittivo, e una seconda parte comparativa con le tavole di confronto. Gli articoli successivi — pubblicati principalmente in *Symbol* (rivista dell'Università del Central Oklahoma) e in atti di convegni — aggiornano e ampliano le tavole, portando il numero di coppie proposte da circa 100 nel volume del 1996 a circa 146 nelle versioni più recenti.

Va detto con onestà che il volume del 1996 presenta limitazioni editoriali non trascurabili: la casa editrice non è tra le grandi presse universitarie anglosassoni, alcune riproduzioni dei glifi olmechi sono schematizzazioni di seconda mano piuttosto che riproduzioni di fonti primarie, e l'apparato note è meno sistematico di quanto la complessità

dell'argomentazione richiederebbe. Queste debolezze sono reali, ma non sono confutazioni.

Mike Xu nel suo contesto intellettuale — la Cina accademica degli anni Novanta e il nazionalismo culturale

Nessuna tesi accademica emerge in un vuoto culturale, e la tesi di Mike Xu non fa eccezione. Per valutarla correttamente è necessario collocarla nel contesto intellettuale in cui fu elaborata — la Cina accademica e la diaspora cinese degli anni Ottanta e Novanta — un contesto che aveva i suoi motivi specifici per trovare attraente l'idea di connessioni tra la civiltà cinese e le grandi civiltà del Nuovo Mondo.

La Cina del tardo periodo maoista e della transizione verso l'economia di mercato degli anni Ottanta stava attraversando un profondo processo di ridefinizione dell'identità nazionale, in cui l'orgoglio della storia cinese — l'idea che la civiltà cinese fosse una delle più antiche e influenti del mondo — aveva una funzione politica e culturale specifica. In questo contesto, l'idea che la civiltà cinese avesse raggiunto le Americhe secoli prima di Cristoforo Colombo aveva un'ovvia attrattiva: ribaltava la narrazione eurocentrica della "scoperta" del Nuovo Mondo e attribuiva alla Cina un ruolo pionieristico nella storia globale. Questa motivazione culturale non invalida la tesi — le teorie motivate culturalmente possono essere empiricamente corrette — ma crea un rischio di conferma selettiva che deve essere tenuto presente nell'analisi.

In modo analogo, la comunità degli studiosi americanisti anglosassoni che reagì alla tesi di Xu con il rigetto non era esente da motivazioni culturali proprie. Come si argomenterà nel Capitolo VII, il mainstream americanista aveva investito decenni nello studio delle civiltà pre-colombiane come sistemi di sviluppo autonomo, e l'idea che la loro complessità richiedesse stimoli esterni portava con sé implicazioni ideologiche che molti trovavano inaccettabili — anche se le intenzioni di Xu non erano quelle di sminuire l'originalità olmeca ma di stabilire una connessione storica tra due tradizioni rispettabili. Il rigetto fu quindi, almeno in parte, una reazione alla percezione (corretta o no) di un'agenda implicita nella tesi.

3.2 La struttura argomentativa della tesi: tre livelli con forza probatoria diversa

L'argomentazione di Xu si articola su tre livelli distinti, che è essenziale isolare analiticamente perché hanno forza probatoria radicalmente diversa:

Livello A — Argomento per somiglianza morfologica. Un certo numero di simboli olmechi assomiglia visivamente a caratteri del jiaguwen. Xu presenta tavole di confronto che accostano simboli olmechi ai loro presunti omologhi cinesi. Questo è il livello più accessibile al lettore non specialista, ma è anche il più vulnerabile all'obiezione della convergenza tipologica per le ragioni statistiche analizzate nel Capitolo IV.

Livello B — Argomento per corrispondenza semantica. In un sottoinsieme delle coppie presentate, Xu non si limita a sostenere la somiglianza visiva ma afferma che il simbolo olmeco e il carattere cinese condividono un campo semantico. Questo livello è metodologicamente più ambizioso e potenzialmente più significativo: se dimostrato con metodo non circolare, costituirebbe evidenza più forte della sola somiglianza morfologica.

Livello C — Argomento storico-narrativo. Xu propone un racconto storico che spiegherebbe i meccanismi del contatto: gruppi di élite Shang, fuggiti dopo la conquista Zhou del 1046 a.C., attraversarono il Pacifico e si integrarono con le popolazioni olmeca di La Venta. Questo livello è il più speculativo e, come si vedrà nella sezione 3.7, anche il più internamente incoerente.

La struttura a tre livelli ha una conseguenza importante per la valutazione critica: i livelli A, B e C possono — e devono — essere valutati indipendentemente. La critica mainstream tende invece a trattarli come un blocco unitario, rigettando l'insieme sulla base delle debolezze del livello più speculativo. Questo è, logicamente, un errore: la debolezza del Livello C (il racconto dei profughi Shang è cronologicamente problematico) non invalida le osservazioni del Livello A (alcune somiglianze morfologiche esistono), così come la presenza di false comparazioni al Livello A non preclude la possibilità che alcune coppie del Livello B abbiano una struttura semantica genuina.

3.3 Analisi critica del metodo: il corpus olmeco e i problemi di selezione

3.3.1 La disomogeneità del corpus olmeco

Il primo problema metodologico della tesi di Xu riguarda la costruzione del corpus. Xu non lavora con un corpus olmeco definito e omogeneo ma con un insieme eterogeneo di simboli tratti da fonti, periodi e contesti diversi. Un'analisi sistematica delle sue tavole di confronto rivela che i glifi olmechi provengono da almeno cinque categorie di fonti:

1. Incisioni su oggetti di giada del periodo San Lorenzo (1150–900 a.C.)
2. Incisioni su ceramica di La Venta (900–400 a.C.)
3. Simboli dal Blocco di Cascajal (ca. 900 a.C., pubblicato integralmente solo nel 2006, quindi assente dal volume del 1996)
4. Simboli da siti genericamente definiti "olmechi" o "olmeco-influenzati" in Oaxaca e Guerrero
5. Incisioni da siti del Preclassico medio (1000–400 a.C.) che non appartengono in senso stretto alla cultura olmeca del Golfo

Questa eterogeneità viola un principio elementare di analisi comparativa: i termini del confronto devono essere definiti indipendentemente dalla ricerca di somiglianze. Se il corpus olmeco viene ampliato includendo materiali da contesti geograficamente e

cronologicamente diversi ogni volta che si trova un simbolo simile a un carattere jiaguwen, si sta selezionando il campione in funzione del risultato che si vuole ottenere. Questo è un caso di *cherry-picking* stratigrafico e geografico.

Stima quantitativa dell'effetto di cherry-picking. Se il corpus olmeco "stretto" (solo Blocco di Cascajal + incisioni su giada di La Venta di provenienza sicura) conta circa 100–130 segni distinti, e il corpus olmeco "allargato" di Xu include 200–300 simboli da fonti eterogenee, l'allargamento del corpus all'incirca raddoppia la dimensione del pool di confronto. Con una distribuzione Zipfiana della frequenza dei segni su un corpus di 4.500 caratteri jiaguwen, raddoppiare la dimensione del corpus olmeco aumenta il numero atteso di "corrispondenze" casuali di circa 1.5–1.8 volte (il guadagno non è lineare perché i segni aggiunti tendono ad essere quelli meno frequenti). In altri termini, circa il 30–40% delle "corrispondenze" trovate da Xu potrebbero essere il risultato diretto dell'allargamento illegittimo del corpus olmeco, senza alcun valore evidenziario.

3.3.2 La selezione delle varianti jiaguwen

Sul versante cinese, il problema è diverso ma ugualmente serio. Come discusso nel Capitolo I, il corpus di Anyang contiene circa 4.500 caratteri distinti, ma ciascun carattere può realizzarsi in varianti grafiche molto diverse tra i cinque periodi e tra i diversi divinatori. Per molti caratteri comuni, il dizionario paleografico di Xu Zhongshu (1988) documenta tra 5 e 30 varianti attestate nel corpus.

Xu non specifica sistematicamente a quale variante e a quale periodo appartiene il carattere jiaguwen usato nelle sue tavole di confronto. Questo permette — intenzionalmente o meno — di selezionare, per ciascun simbolo olmeco, la variante jiaguwen morfologicamente più simile tra tutte quelle disponibili nel corpus. La probabilità di trovare *qualche* variante jiaguwen morfologicamente simile a qualsiasi simbolo olmeco di mediana complessità è molto superiore alla probabilità di trovare la forma tipica (*Normalform*) del carattere simile. Questa procedura di selezione delle varianti ottimali è l'equivalente, in ambito filologico, del *post hoc* fitting: si sceglie la forma che meglio si adatta al confronto desiderato, non la forma che rappresenta meglio il sistema.

Per valutare quantitativamente questo effetto, si consideri il caso del carattere 帝 (dì). Il dizionario di Xu Zhongshu documenta 23 varianti attestate nel corpus di Anyang per questo carattere, che variano considerevolmente: alcune mostrano 3 proiezioni superiori, altre 5, alcune hanno un elemento mediano chiuso, altre aperto, il numero di tratti varia da 5 a 11. La probabilità che *almeno una* di queste 23 varianti assomigli morfologicamente a un simbolo olmeco con struttura verticale articolata è molto superiore alla probabilità che lo faccia *la forma tipica* del Periodo I (quella con 5 proiezioni superiori e base tripartita). La mancata specificazione della variante nella presentazione di Xu rende impossibile sapere se il confronto si basa sulla forma tipica o su una variante eccezionale.

3.4 I casi più forti: analisi ravvicinata con griglia a cinque livelli

Malgrado le debolezze metodologiche generali, sarebbe intellettualmente disonesto ignorare il fatto che alcune coppie sono, a prima vista, più difficili da liquidare con il semplice appello alla convergenza tipologica. Si analizzano qui le quattro coppie principali usando la griglia a cinque livelli proposta nel Capitolo II.

Ricordiamo la griglia: - Livello 1: morfologia grossolana (forma complessiva) - Livello 2: morfologia fine (numero di tratti, direzioni, proporzioni) - Livello 3: struttura compositiva (modo di combinare gli elementi) - Livello 4: funzione nel sistema grafico - Livello 5: campo semantico

3.4.1 Caso A — Il simbolo dell'asse cosmico e 中 (zhōng)

Xu confronta un simbolo olmeco ricorrente — una croce con bracci di lunghezza diseguale, talvolta inscritta in un cerchio o quadrato — con il carattere cinese 中 (*zhōng*, "centro, mezzo"). Il carattere nel jiaguwen di Periodo I ha la forma di un'asta verticale che attraversa un rettangolo aperto in alto e in basso.

Livello	Simbolo olmeco	中 jiaguwen	Valutazione
1	Croce quadripartita	Asta verticale + contenitore	Somiglianza debole (entrambi "verticalmente orientati")
2	4 bracci di lunghezza variabile, spesso con simmetria ± diagonale	1 asta verticale, 1 contenitore rettangolare, totale ~4 tratti	Somiglianze superficiali, differenze strutturali sostanziali
3	Struttura radiale quadripartita	Struttura bipartita verticale-contenitore	Strutture compositivamente diverse
4	Indicatore di orientamento spaziale/cosmologico (quaterna cosmica)	Locativo/relazionale ("centro, dentro")	Qualche sovrapposizione funzionale
5	"Centro dell'universo, asse del mondo" (contesto iconografico mesoam.)	"Centro, mezzo" (spaziale o gerarchico)	Sovrapposizione semantica generica

Valutazione complessiva. La somiglianza opera chiaramente al Livello 1, marginalmente al Livello 5, e non ai Livelli 2, 3, 4. Il concetto di "centro" è così universalmente distribuito nelle cosmologie umane che la corrispondenza semantica non aggiunge forza evidenziaria. La convergenza tipologica spiega adeguatamente questo caso.

3.4.2 Caso B — Il simbolo "cielo diviso" e 上 (shàng) / 天 (tiān)

Xu confronta un simbolo olmeco — una linea orizzontale con elementi verticali sopra e sotto — con i caratteri 上 (shàng, "sopra, alto") o 天 (tiān, "cielo"). Il carattere 上 nel jiaguwen di Periodo I ha la forma di una linea orizzontale lunga con una breve linea verticale sopra. Il carattere 天 ha la forma di una figura umana semplificata con un elemento orizzontale enfatizzato sulla testa.

Questo confronto è tra i più deboli della raccolta. La classe di forme "linea orizzontale con elementi verticali sopra e/o sotto" include decine di caratteri jiaguwen (*shàng*, *xià*, *shén*, *běn*, *dào* in alcune varianti, numerosi altri) oltre ai segni analoghi di sistemi non correlati come il proto-elamico e il lineare B. Il carattere 天 in particolare ha nella fase di Periodo I una morfologia chiaramente antropomorfa (*xiàngxíng* di figura umana con testa enfatizzata) che diverge strutturalmente dal simbolo olmeco astratto citato da Xu. Il punteggio di somiglianza al Livello 3 è basso.

3.4.3 Caso C — Il simbolo ondulato e 水 (shuǐ, "acqua")

Xu confronta un simbolo olmeco ondulato con il carattere 水 (*shuǐ*, "acqua"), la cui forma nel jiaguwen è quella di una linea verticale centrale con linee diagonali o ondulate su entrambi i lati. La struttura tripartita con elemento centrale e due elementi laterali onduleggianti è condivisa al Livello 3.

Tuttavia, la forma ondulata per rappresentare l'acqua è documentata in modo indipendente in: - Egiziano: geroglifico N35 (linea ondulata orizzontale, *n*, fonema /n/ ma anche semantema "acqua") - Sumerico: segno A (due o tre linee ondulate parallele, "acqua / corpo d'acqua") - Proto-elamico: segno M388 nella classificazione Damerow-Englund (linee parallele ondulate) - Lineare A/B minoico: *a-de-* con forma ondulata - Numerosi sistemi pittografici africani, amerindi e oceanici documentati dall'etnografia

L'indicazione linee-ondulate-come-acqua è uno degli esempi più robusti di convergenza cognitiva universale nella rappresentazione grafica: l'acqua in movimento produce un pattern visivo ondulato che le mani umane tendono a schematizzare in modo convergente in qualsiasi cultura. Questo caso è adeguatamente spiegato dalla convergenza tipologica.

3.4.4 Caso D — Il "sovrano celeste" e 帝 (dì): il caso più complesso

Questo è, a giudizio di chi scrive, il caso più intrigante dell'intera raccolta. Si tratta di un simbolo olmeco inciso su un pendant di giada proveniente da La Venta: una figura composta da un elemento superiore con proiezioni radiali sovrastato da un elemento inferiore a base larga, con dominanza verticale generale. Xu lo confronta con il carattere 帝 (*dì*, "imperatore supremo, signore celeste"), che nel jiaguwen di Periodo I mostra un elemento superiore ramificato (con tre o cinque proiezioni laterali a seconda della variante) e un elemento inferiore che funge da base.

Livello	Glifo olmeco (pendant La Venta)	帝 jiaguwen Periodo I	Valutazione

1	Elemento dominante verticale su base	Elemento dominante verticale su base	Somiglianza: sì
2	Proiezioni radiali (4–6), simmetria assiale, base larga trapezoidale	Ramificazioni laterali (3–5), simmetria assiale, base tripartita	Somiglianza parziale: struttura bipartita condivisa, ma tipo di proiezione diverso
3	Tipo topologico "stella" (proiezioni radiali da nucleo centrale)	Tipo topologico "albero" (ramificazioni laterali da asse verticale)	Strutture topologicamente distinte
4	Attributo di élite su oggetto cerimoniale di alto rango	Logogramma per il concetto di "sovrano / signore celeste / Dio supremo"	Funzione analoga (marcatore di autorità suprema)
5	"Potere celeste, autorità suprema" (inferito dal contesto: oggetto di élite olmeca)	"Imperatore, Dio-Antenato supremo" (decifrato con certezza)	Sovrapposizione semantica significativa

Analisi topologica formale. Il grafo di Reeb del glifo olmeco ha la struttura T_stella: un nodo centrale con n ≥ 4 rami che irradiano radialmente, senza nodi interni intermedi. Il grafo di Reeb di 帝 nel Periodo I ha la struttura T_albero: un asse verticale con rami laterali a vari livelli, producendo nodi interni. Questi sono topologicamente distinti: in T_stella tutti i rami condividono un nodo, in T_albero i rami superiori e inferiori non condividono necessariamente un nodo.

Interpretazione paleografica del carattere 帝**.** L'origine del carattere 帝 è dibattuta tra tre scuole principali: 1. **Dong Zuobin** (1945): 帝 rappresenta fiori secchi legati (*dì* = "legare" → per estensione "l'Eccellente, il Sommo"). 2. **Guo Moruo** (1931): 帝 è la rappresentazione stilizzata di un fulmine ramificato, simbolo del potere celeste supremo. 3. **Qiu Xigui** (2000): 帝 era originariamente un ideogramma per "legare, annodare" (*xíngshēng* con perdita del componente semantico), applicato per prestito fonetico al concetto di "sovrano".

L'interpretazione di Guo Moruo — la forma come fulmine ramificato — è la più citata a favore del confronto con il glifo olmeco (la forma "radiale" del fulmine potrebbe giustificare le proiezioni radiali). Tuttavia, questa interpretazione è contestata: Qiu Xigui (2000, pp. 186–189) argomenta dettagliatamente che la forma jiaguwen di 帝 non è compatibile con una rappresentazione di fulmine, e che l'interpretazione di Guo Moruo è basata su forme Zhou tardive più semplificate, non sulle forme più antiche di Periodo I che mostrano la struttura ramificata più complessa.

Ricostruzione fonetica. Come anticipato nella sezione 1.4.4, la ricostruzione di 帝 in cinese arcaico è */tʿeks/ (Baxter-Sagart) o */teegs/ (Zhengzhang). Una ricerca nei lessici ricostruiti del proto-Mixe-Zoque (Kaufman e Justeson 2001; Canger e Dakin 1985) non rivela candidati foneticamente comparabili associati al campo semantico "autorità suprema / potere celeste". I morfemi proto-Mixe-Zoque ricostruiti per "re" (**ko:m*) e "dio" (**yuk*) non mostrano somiglianza fonetica con */tʿeks/. Questo risultato negativo — pur non essendo conclusivo data la povertà delle ricostruzioni proto-mesoamericane — aumenta lo scetticismo verso il Livello B dell'argomentazione di Xu per questo caso specifico.

Conclusione sul Caso D. Questo caso è il più resistente all'analisi, ma non per le ragioni che Xu propone. La somiglianza strutturale al Livello 3 è reale ma limitata (entrambe le forme hanno dominanza verticale con elemento superiore complesso), mentre la differenza topologica (T_stella vs. T_albero) è significativa. La somiglianza semantica al Livello 5 è la più forte delle quattro, ma il campo semantico "autorità suprema" è sufficientemente ampio da non richiedere spiegazione diffusionistica in assenza di corrispondenze morfologiche più precise.

I casi più forti di Xu — analisi sistematica con framework semiotico

L'analisi dei "casi più forti" nella tesi di Xu richiede un framework semiotico che distingua tre livelli di somiglianza: la somiglianza morfosintattica (la forma del segno), la somiglianza semantica (il significato attribuito al segno), e la somiglianza pragmatica (la funzione del segno nel contesto d'uso). Xu lavora prevalentemente sul primo livello, con incursioni occasionali nel secondo, e quasi completamente ignora il terzo — che è però il più diagnostico per l'ipotesi del contatto culturale.

Consideriamo il caso del carattere 帝 (*dì*) più in dettaglio di quanto faccia la monografia originale. Il carattere *dì* nel jiaguwen di Periodo I (regno di Wu Ding) si presenta in circa 20 varianti allografiche principali, tutte riconoscibili come istanze dello stesso tipo ma con differenze significative in proporzioni, orientamento degli elementi, e grado di stilizzazione. Xu confronta il *dì* con un pendant di giada di La Venta che mostra una forma a "croce con elementi laterali" — una descrizione che si applica a molte delle varianti allografiche di *dì* ma anche, potenzialmente, a molte forme non-Shang. La domanda metodologicamente corretta non è "questa forma olmeca assomiglia a una variante di *dì*?" ma "questa forma olmeca assomiglia a *dì* più di quanto assomigli a formi casuali di complessità comparabile da tradizioni grafiche non connesse con lo Shang?"

La risposta a questa domanda richiede il corpus di controllo analizzato nel Capitolo IV — ma possiamo anticipare qui il ragionamento qualitativo. Il carattere *dì* nelle sue varianti principali ha la struttura di una "croce con elementi terminali" — una struttura che si trova in modo indipendente nella tradizione grafica proto-cuneiforme mesopotamica (come si può vedere nelle tavole di Green e Nissen 1987, per il corpus Uruk), nella scrittura dell'Indo (nel segno identificato da Mahadevan 1977 con il numero identificativo 342), nel

lineare A minoico (segno AB-56 nella lista di Godart e Olivier 1985), e in numerose tradizioni di segni rupestri nordamericani. Se la "croce con elementi terminali" è una forma che appare indipendentemente in molte tradizioni — e i dati ci dicono che lo è — allora la sua comparsa in un oggetto olmeco non ha valore probatorio per il contatto con la Cina Shang, indipendentemente da quanto simile sia la forma specifica.

3.5 Il problema della circolarità nell'argomento semantico

L'argomento semantico di Xu soffre di una struttura circolare che ne svuota il valore probatorio aggiuntivo rispetto all'argomento morfologico. La dimostrazione ha la seguente forma:

1. Si osserva la somiglianza morfologica tra il simbolo olmeco S_O e il carattere jiaguwen C_J.
2. Si identifica il significato M_J di C_J attraverso i lessici paleografici.
3. Si inferisce il significato M_O di S_O dal suo contesto iconografico olmeco. Questa inferenza è *guidata* dalla conoscenza di M_J: si seleziona l'interpretazione del contesto olmeco che meglio si avvicina a M_J.
4. Si afferma che M_O ≈ M_J come "evidenza semantica" aggiuntiva.

Il problema è che il passo 3 non è indipendente dal passo 2. Se si cercano paralleli iconografici olmechi "acquatici" per il simbolo S_O dopo aver già identificato C_J come il carattere per l'acqua, si selezionerà inevitabilmente i contesti olmechi che enfatizzano la valenza acquatica di S_O, ignorando contesti che suggerirebbero interpretazioni diverse. Questa procedura rende l'argomento semantico non indipendente dall'argomento morfologico ma piuttosto una sua riflessione amplificata.

Per essere non circolare, l'argomento semantico richiederebbe che i significati dei simboli olmechi fossero stabiliti *prima* e *indipendentemente* dai confronti con il jiaguwen. Questo è possibile solo per i simboli che compaiono in contesti iconografici inequivocabili — ad esempio, un simbolo che appare sempre e solo in associazione diretta con rappresentazioni di acqua (onde, pesci, divinità dell'acqua) e mai in altri contesti. Una ricerca sistematica di questo tipo di simboli nel corpus olmeco, condotta indipendentemente dai confronti con il jiaguwen, identificherebbe un sottoinsieme di segni con significati parzialmente verificabili — probabilmente non più di 8–15 su un corpus di 100–150. Solo per questo sottoinsieme l'argomento semantico di Xu potrebbe avere valore probatorio non circolare.

3.6 L'ipotesi dei profughi Shang: analisi critica del meccanismo storico

Il Livello C dell'argomentazione di Xu — il racconto storico dei profughi Shang — è internamente problematico in modi che vanno al di là della generica mancanza di prove materiali.

3.6.1 Il problema cronologico fondamentale

La caduta della Shang (1046 a.C.) è posteriore al picco di San Lorenzo (1150–900 a.C.). Se prendiamo come "picco" il periodo di massima produzione di oggetti con simboli grafici a San Lorenzo, questo corrisponde approssimativamente agli anni 1150–1000 a.C. sulla base dei contesti ceramici associati agli oggetti di giada con incisioni. La conquista Zhou avvenne nel 1046 a.C. Ciò significa che il periodo di massima produzione di simboli grafici a San Lorenzo è *parzialmente precedente* alla caduta Shang che avrebbe motivato la fuga dei portatori della tradizione grafica.

Per essere più precisi: il lasso di tempo tra il 1046 a.C. (caduta Shang) e il presunto inizio dell'influenza sull'iconografia di La Venta (che Xu colloca intorno al 900 a.C., inizio della fase La Venta) è di circa 146 anni. In questo lasso di tempo, i presunti profughi Shang avrebbero dovuto: (a) raggiungere la costa del Pacifico da Anyang (viaggio di mesi); (b) procurarsi imbarcazioni per la traversata oceanica; (c) attraversare il Pacifico (stimato da 6 a 18 mesi per deriva passiva, Capitolo V); (d) sopravvivere all'approdo; (e) integrarsi nella società olmeca in modo sufficiente da influenzare le sue tradizioni grafiche. Uno scenario di questo tipo, esteso su 146 anni, non è cronologicamente impossibile, ma nessuno degli elementi della catena è documentato.

3.6.2 Versioni alternative del meccanismo di contatto

Xu non propone solo la versione dei "profughi post-conquista Zhou": in alcune formulazioni più prudenti, il meccanismo ipotizzato è quello di contatti commerciali sporadici durante la fase matura della Shang (1250–1046 a.C.), mediati da popolazioni costiere dell'Asia orientale. Questa versione è cronologicamente più coerente con la finestra di sovrapposizione San Lorenzo B / Anyang (1150–1046 a.C.), ma richiede postulare l'esistenza di rotte commerciali trans-pacifiche delle quali non esiste alcuna traccia.

Un terzo meccanismo possibile, non sviluppato da Xu ma implicito in alcune sue formulazioni, è quello della diffusione di simboli singoli senza trasmissione del sistema: non la trasmissione di un sistema grafico completo, ma la circolazione di alcuni simboli di prestigio lungo rotte di scambio che avrebbero raggiunto la Mesoamerica attraverso catene di intermediari. Questo meccanismo è più economico ma riduce drasticamente la portata della tesi: non si tratterebbe più della trasmissione di un sistema grafico Shang, ma della circolazione di alcuni simboli visivi il cui legame con il jiaguwen sarebbe ormai molto diluito.

3.6.3 Evidenza testuale cinese sulla dispersione Shang post-1046

Le fonti cinesi che descrivono la dispersione dell'élite Shang dopo la conquista Zhou sono principalmente il *Shujing* (Classico dei documenti) e le iscrizioni su bronzo Zhou del periodo tardo-occidentale. Queste fonti menzionano esplicitamente alcune traiettorie di dispersione:

- **Weizi** (微子), fratellastro dell'ultimo re Shang, fu lasciato governare il territorio di Song (宋) come vassallo Zhou — dispersione *continentale interna*, non verso la costa.
- Alcune iscrizioni su bronzo citano comunità Shang ricollocate forzatamente in territori lontani dalla pianura del Fiume Giallo, sempre però nell'area continentale della Cina settentrionale.
- Il *Shiji* (Memorie Storiche) di Sima Qian menziona la fuga di alcuni dignitari Shang verso regioni orientali (*dongyi*, 東夷, "barbari orientali"), che potrebbero includere aree costiere del Mar di Bo Hai.

Nessuna fonte cinese antica menziona fughe verso il mare, traversate oceaniche, o contatti con popolazioni straniere oltre l'Oceano Pacifico. L'evidenza testuale cinese supporta esclusivamente la dispersione continentale. Questo non esclude logicamente che alcuni gruppi abbiano raggiunto la costa e si siano imbarcati, ma significa che tale percorso non è documentato in nessuna fonte, cinese o di altro tipo.

3.7 La ricezione accademica: anatomia del rigetto

L'ipotesi dei profughi Shang — storia della sua genesi e le fonti cinesi classiche

L'ipotesi che il contatto tra la Cina Shang e la Mesoamerica sia avvenuto attraverso la migrazione dei superstiti della corte Shang dopo la caduta del regime nel 1046 a.C. — la cosiddetta "ipotesi dei profughi Shang" — ha una storia intellettuale che precede Xu e che merita un'analisi autonoma, tanto per la sua plausibilità quanto per le sue debolezze strutturali.

La fonte storica cinese da cui l'ipotesi prende le mosse è il passo del *Shǐjì* (史記) di Sima Qian (ca. 100 a.C.) che descrive la fuga di Jizi (箕子), ministro di corte dell'ultimo re Shang Di Xin, verso est dopo la caduta della dinastia. Il passo recita, nella traduzione di Chavannes (1895): "Jizi non volle servire Zhou; finse la follia e divenne schiavo. Wu Wang lo liberò. Jizi andò verso est nel Chaoxian (朝鮮)". Il *Chaoxian* del testo di Sima Qian è generalmente identificato con la Corea (il termine designa ancora oggi la Corea nella lingua cinese), e la tradizione storiografica coreana medievale — in particolare il *Samguk Yusa* di Iryeon (XIII secolo d.C.) — registra la fondazione di un "regno di Gija" (= Jizi) nella Corea nordoccidentale come fatto accettato nella storia coreana preistorica. Le verifiche archeologi di questa tradizione storiografica hanno prodotto risultati negativi: non esistono in Corea siti del XII–X secolo a.C. con caratteristiche materiali Shang, e la ricerca paleogenetica pubblicata da Kim e collaboratori (2020) non trova nel pool genetico coreano moderno o antico alcuna componente Shang rilevabile.

Xu e altri sostenitori dell'ipotesi dei profughi non sostengono che Jizi sia andato in Mesoamerica — il testo cinese parla chiaramente di Corea. Sostengono piuttosto che altri gruppi di superstiti Shang, non nominati nelle fonti, siano andati "ancora più a est" —

attraverso il Pacifico fino alle Americhe. Questo argomento è logicamente possibile ma empiricamente non ancorato: la menzione di Jizi come rifugiato in Corea mostra che i superstiti Shang si spostavano, ma non mostra che si spostavano attraverso il Pacifico. L'inferenza richiede un salto argomentativo che non è giustificato dai dati disponibili.

Un secondo problema strutturale dell'ipotesi dei profughi riguarda la cronologia. La caduta degli Shang avviene nel 1046 a.C.; il periodo di San Lorenzo B di massimo sviluppo olmeco — che è la fase culturale che ospita i simboli grafici di Xu — è datato a 1150–900 a.C., con il suo apice probabilmente intorno al 1100–1000 a.C. Questo significa che i "simboli olmechi" che Xu confronta con il jiaguwen erano già in uso nell'area olmeca prima della caduta degli Shang — il che esclude che la loro origine possa essere il fenomeno della fuga dei profughi post-1046. Per salvare la coerenza cronologica, l'ipotesi deve essere riformulata: il contatto deve essere avvenuto prima del 1046, durante il periodo di massima fioritura Shang, non dopo la sua caduta. Ma un contatto durante il pieno periodo Shang richiede che qualcuno sia partito volontariamente dalla Cina verso est — non un rifugiato che fugge una sconfitta militare ma un esploratore, un commerciante, o un gruppo di naufraghi trascinati dalla deriva oceanica. Queste sono ipotesi diverse con implicazioni diverse sul tipo di agente sociale coinvolto e sulle tracce che quel contatto avrebbe lasciato.

3.7.1 Tipologia delle risposte

La ricezione della tesi di Xu si distribuisce su un spazio che vale la pena cartografare con precisione:

Rifiuto esplicito motivato (raro). Richard Diehl (*The Olmecs*, 2004, p. 181) dedica un paragrafo alla tesi di Xu, definendola “non supportata da prove convincenti” e citando l’assenza di artefatti cinesi in contesti olmechi. Questa risposta, pur corretta nella sostanza, non affronta le tavole di confronto una per una e non costituisce una confutazione formale. Michael Coe, in interviste pubblicate, ha espresso scetticismo sulla fattibilità delle traversate transpacifiche nel II millennio a.C. ma non ha mai pubblicato un’analisi dettagliata delle comparazioni grafiche.

Silenzio (prevalente). La maggioranza degli specialisti di cultura olmeca e di scrittura Shang non ha mai citato Xu nei propri lavori. David Grove, Karl Taube, Richard Diehl senior, Ann Cyphers — i principali mesoamericanisti specializzati nel periodo rilevante — non hanno pubblicato analisi critiche della tesi. Questo silenzio è in parte comprensibile come gestione dell’attenzione scientifica, ma produce l’esito paradossale descritto nel Capitolo VII: la tesi rimane tecnicamente non falsificata pur essendo socialmente ignorata.

Engagement parziale (limitato). In alcuni contesti periferici al dibattito mainstream — atti di convegni di studi precolombiani, pubblicazioni di storia delle esplorazioni — la tesi di Xu è stata discussa senza essere né accettata né rigettata, trattata come un problema aperto. Alice Kehoe (2005, 2008) ha ripetutamente argomentato che il rigetto delle ipotesi di contatto trans-oceanico riflette pressioni istituzionali più che una valutazione empirica

adeguata, anche se Kehoe si riferisce principalmente al caso vichingo e al caso polinesiano-sudamericano piuttosto che alla specifica tesi di Xu.

Attenzione sinologica (praticamente assente). I paleografi specializzati nella scrittura Shang — Edward Shaughnessy, Paul Serruys, Robert Bagley, Edward Falkenhausen — non hanno mai citato Xu. Questo è probabilmente il risultato di una combinazione tra scarsa diffusione del volume al di fuori degli Stati Uniti e scetticismo a priori verso una proposta che non proviene da sinologi con riconoscimento accademico formale nel campo.

3.7.2 Analisi della qualità argomentativa delle critiche disponibili

Le critiche esplicite alla tesi di Xu, seppur rare, presentano pattern argomentativi che è utile analizzare per valutarne la solidità:

Argomento ex silentio (frequente, forza variabile). "Nessun artefatto cinese è stato trovato in contesti olmechi." Questo argomento ha forza moderata: l'assenza di artefatti esclude il commercio sistematico ma non il contatto puntuale o la diffusione di idee senza trasferimento di oggetti. La sua forza aumenta con la densità del campionamento archeologico (siti più estesamente scavati rendono più significativa l'assenza).

Argomento della convergenza tipologica (frequente, spesso non argomentato). "Le somiglianze glifichs sono spiegabili con la convergenza indipendente." Questo argomento è corretto come principio generale ma viene applicato senza verifica statistica: nessun critico di Xu ha mai calcolato formalmente la probabilità di trovare n somiglianze su uno spazio di ricerca di dimensione $M \times N$ per pura convergenza. L'analisi formale del Capitolo IV mostra che questo argomento ha forza molto maggiore di quanto i suoi proponenti abbiano dimostrato — ma anche che la loro omissione di dimostrarlo formalmente ha lasciato la questione aperta più a lungo del necessario.

Argomento dell'impossibilità nautica (occasionale, esagerato). La traversata del Pacifico nel II millennio a.C. è descritta come "impossibile" o "fantasiosa" da alcuni critici. Questo argomento è fattualmente scorretto: la colonizzazione austronesiana del Pacifico dimostra che esseri umani attraversavano l'oceano con tecnologie comparabili in quel periodo. La versione corretta dell'argomento — che la traversata fosse possibile ma non documentata nel contesto specifico — ha forza molto minore della versione "impossibilità di principio" frequentemente invocata.

Argomento dell'identità disciplinare (implicito, non argomentato). La proposta di un sinologo sulla cultura olmeca viene tacitamente squalificata come intervento fuori campo. Questo argomento non ha giustificazione epistemica: le domande interdisciplinari richiedono competenze interdisciplinari, e la mancanza di una confutazione tecnica dei confronti jiaguwen da parte di sinologi competenti non può essere sostituita

dall'affermazione che solo i mesoamericanisti siano autorizzati a pronunciarsi sulla cultura olmeca.

3.8 Varianti della tesi: il contesto intellettuale più ampio

La tesi di Xu non nasce nel vuoto intellettuale: si inserisce in una tradizione di ricerca sui contatti trans-oceanici precolombiani che include contributi di qualità molto diversa.

Betty Meggers e la connessione Jōmon-Valdivia (1975). Meggers propose una connessione tra la ceramica Jōmon tardiva del Giappone (ca. 3000 a.C.) e le ceramiche di Valdivia (Ecuador, ca. 3500–1500 a.C.) sulla base di somiglianze stilistiche nella decorazione della ceramica. La tesi fu indebolita da nuove datazioni che mostrarono la presenza di tradizioni ceramiche locali precedenti al tipo Valdivia, e da analisi più accurate che ridussero il numero di paralleli stilistici genuini. La critica di Lathrap et al. (1975) e di Evans e Meggers stessa in risposta costituisce uno degli esempi più rari di engagement critico formale nel campo dei contatti trans-oceanici.

Stephen Jett e la tradizione di ricerca sistematica (2017). Jett ha dedicato decenni alla documentazione sistematica dei paralleli culturali trans-oceanici, distinguendo esplicitamente tra paralleli spiegabili con la convergenza e paralleli che richiedono spiegazione diffusionistica. Il suo volume *Ancient Ocean Crossings* (2017) è la sintesi più recente e metodologicamente sofisticata di questo approccio: Jett include la tesi di Xu tra i casi "plausibili ma non dimostrati", una valutazione che questo lavoro sostanzialmente condivide.

Alice Kehoe e la critica epistemologica del doppio standard (2005, 2008). Kehoe ha argomentato ripetutamente che il rigetto sistematico delle ipotesi di contatto riflette una struttura di doppio standard probatorio in cui il contatto deve soddisfare criteri molto più elevati dell'isolamento. La sua critica epistemologica è pertinente e verrà ripresa nel Capitolo VII.

3.9 Un bilancio provvisorio: quanto rimane della tesi dopo l'analisi critica

Al termine di questa analisi, è possibile formulare un bilancio preciso che distingue le parti della tesi che sopravvivono all'analisi critica da quelle che non vi sopravvivono.

Non sopravvive: - L'ipotesi specifica dei profughi Shang post-1046 a.C. come meccanismo di contatto (problema cronologico, assenza di documentazione, catena troppo lunga di assunzioni non verificate). - L'argomento semantico nella sua forma attuale (struttura circolare che lo rende non indipendente dall'argomento morfologico). - La maggioranza dei confronti morfologici del Livello 1 (adeguatamente spiegati dalla convergenza tipologica, come mostrato nell'analisi statistica del Capitolo IV). -

L'attribuzione a un corpus olmeco unificato di simboli provenienti da contesti geograficamente e cronologicamente eterogenei.

Sopravvive (in forma ridimensionata): - Un nucleo di 7–15 coppie che mostrano somiglianze ai Livelli 3 e 4 della griglia analitica non immediatamente spiegabili dalla convergenza tipologica elementare. Queste coppie richiedono analisi paleografica tecnica da parte di specialisti di entrambi i sistemi. - Il Caso D (帝/glifo del pendant di La Venta) come il caso più resistente all'analisi, non per la solidità della somiglianza ma per la complessità della sua struttura che meriterebbe un esame formale più approfondito di quanto sia stato condotto finora. - La domanda di principio: le somiglianze morfologiche tra i due sistemi, una volta corrette per le comparazioni multiple, producono una distribuzione statisticamente distinguibile da quella prodotta confrontando i glifi olmechi con corpora di controllo non correlati? Questa domanda rimane aperta, formulabile in termini empirici precisi, e non ancora risposta. La sua risposta — negativa o positiva — costituisce la priorità analitica centrale dell'agenda di ricerca proposta nelle Conclusioni.

Il quadro complessivo dell'evidenza — morfologica, semantica, storica — è insufficiente per affermare la tesi del contatto, ma contiene un residuo di casi anomali sufficienti a giustificare un'analisi formale che fino ad ora non è stata condotta. Questo è lo stato epistemico onesto della questione.

Dall'esposizione alla verifica. L'analisi della tesi di Xu nel Capitolo III ha identificato le debolezze metodologiche strutturali e le coppie che meritano un esame più approfondito. Il Capitolo IV traduce queste osservazioni in un protocollo formale: una metrica di somiglianza computazionale, un modello probabilistico dell'ipotesi nulla, e un corpus di controllo che permette di separare le convergenze statisticamente significative dal rumore di fondo.

CAPITOLO IV

Anatomia del confronto: protocollo di analisi statistica e paleografica formale: protocollo di analisi statistica e paleografica formale dei sistemi grafici olmeco e Shang

---

4.1 Il problema della significatività statistica: dall'intuizione percettiva alla metrica formale

Qualsiasi confronto sistematico tra sistemi grafici distanti deve rispondere a una domanda preliminare che la letteratura sul caso Xu ha quasi sempre eluso: **dato un insieme di somiglianze osservate tra due corpora di segni, come si stabilisce se tale insieme è statisticamente significativo?** Vale a dire: la probabilità che tale distribuzione di somiglianze sia prodotta per pura convergenza casuale è inferiore a una soglia accettabile?

La risposta esige la formalizzazione di tre componenti distinte:

1. Una **metrica di somiglianza** applicabile computazionalmente e riproducibile;
2. Un **modello probabilistico** della distribuzione attesa sotto ipotesi nulla (H_0: i due sistemi grafici sono indipendenti e le somiglianze osservate sono riconducibili a convergenza tipologica o casualità combinatoria);
3. Un **corpus di controllo** rispetto a cui calibrare il modello.

Nessuna delle tre componenti è banale, e le scelte metodologiche che implicano devono essere esplicitate e difese.

4.1.1 La natura multidimensionale della somiglianza grafica

Un segno grafico non è un oggetto unitario: è il risultato di decisioni in almeno quattro spazi distinti. La "somiglianza" tra due segni non è quindi una proprietà scalare ma un **vettore di proprietà** misurabili a livelli di astrazione crescente:

Livello	Descrizione	Spazio matematico	Resistenza alla convergenza
L1	Morfologia globale (forma complessiva)	$\mathbb{R}^n$ (vettore di momenti)	Bassa
L2	Morfologia fine (tratti, angoli, proporzioni)	Grafo pesato	Media

L3	Struttura topologica (connettività dei tratti)	Grafo topologico	Media-alta
L4	Struttura compositiva (combinazione di elementi)	Struttura ad albero	Alta
L5	Funzione semiotica (pittogramma/ideogramma/fonetico)	Variabile categoriale	Molto alta
L6	Campo semantico (significato ricostruibile)	Spazio semantico vettoriale	Dipende dal contesto

Un confronto responsabile deve operare su tutti e sei i livelli. L'errore fondamentale di Xu è operare quasi esclusivamente al Livello L1, con incursioni occasionali e non sistematiche al L6, saltando i livelli intermedi dove il potere discriminante è più elevato.

4.2 Metriche di somiglianza computazionale: fondamenti matematici e applicazioni ai sistemi grafici antichi

4.2.1 Momenti di Zernike: definizione formale e proprietà

I momenti di Zernike sono descrittori di forma globale definiti su un'immagine binaria $f(x,y)$ sul disco unitario $D = \{(x,y): x^2 + y^2 \leq 1\}$. Il momento di ordine n e ripetizione m (con $|m| \leq n$ e $n - |m|$ pari) è:

$$A_{nm} = \frac{n+1}{\pi} \iint_D f(x,y)\, V^*_{nm}(r,\theta)\, dx\, dy$$

dove $V_{nm}(r,\theta) = R_{nm}(r)\, e^{im\theta}$ è il polinomio di Zernike di ordine n e ripetizione m, con il polinomio radiale:

$$R_{nm}(r) = \sum_{s=0}^{(n-|m|)/2} \frac{(-1)^s (n-s)!}{s!\left(\frac{n+|m|}{2}-s\right)!\left(\frac{n-|m|}{2}-s\right)!}\, r^{n-2s}$$

Proprietà chiave: Il modulo $|A_{nm}|$ è **invariante per rotazione** dell'immagine, mentre la fase $arg(A_{nm})$ codifica l'angolo di rotazione. Questo li rende ideali per segni grafici che compaiono in orientamenti variabili — condizione che si verifica sia nel jiaguwen (dove l'orientamento del carattere dipende dalla posizione sull'osso oracolare rispetto alla crepa divinatoria) sia nei glifi olmechi (dove i supporti irregolari di giada e ceramica non impongono un orientamento standardizzato).

Troncamento pratico: Per l'analisi di caratteri antichi, si utilizzano momenti fino all'ordine $n_{max} = 12$, producendo un vettore di descrittori di dimensione $N_Z = \sum_{n=0}^{12} \lfloor n/2 \rfloor + 1 = 49$ coefficienti reali (moduli). Kim & Kim (1999) hanno mostrato che il tasso di riconoscimento su caratteri cinesi moderni supera il 94% con $n_{max} = 12$ e degrada di circa 3 punti percentuali ogni incremento di rumore del 5% sull'area del carattere.

Applicazione al jiaguwen: Il progetto CHANT (Chinese Ancient Texts, Università di Hong Kong) e il database dell'Academia Sinica di Taiwan hanno digitalizzato circa 3.800 caratteri del corpus di Anyang in formato vettoriale, con risoluzione sufficiente per l'estrazione dei momenti di Zernike fino all'ordine 14. I test di riconoscimento sul corpus jiaguwen (Zheng et al., 2006) riportano un'accuratezza media del 89,3% su 500 caratteri distinti in condizioni di variabilità allografica tipica — il che costituisce una baseline robusta.

Limitazione critica per i glifi olmechi: Non esiste un database digitalizzato equivalente per i glifi olmechi. Le sorgenti disponibili sono: (a) le tavole di Xu (schematizzazioni, non riproduzioni di prima mano, utilizzabilità limitata); (b) il corpus fotografico del Blocco di Cascajal (Pohl et al., 2006, con 62 segni a risoluzione adeguata); (c) i disegni nel catalogo Pool (2007) e nelle pubblicazioni di Taube (2004) su oggetti di giada di La Venta. Un corpus vettorizzato primario richiederebbe una campagna di digitalizzazione sistematica — stimabile in 18-24 mesi di lavoro per un team di tre operatori, con accesso al Museo Nacional de Antropología di Città del Messico.

4.2.2 Descrittori di contorno: Shape Context

I descrittori **Shape Context** (Belongie, Malik & Puzicha, 2002) operano sul contorno del segno piuttosto che sulla sua area. Per ciascun punto p_i del contorno campionato con n punti, si costruisce un istogramma logaritmico-polare delle posizioni relative di tutti gli altri punti p_j ($j \neq i$):

$$h_i(k) = \#\left\{ j \neq i : \left(p_j - p_i\right) \in bin_k \right\}$$

dove i bin sono definiti in coordinate log-polari (r, θ) con K bin totali (tipicamente $K = 60$: 5 divisioni radiali logaritmiche × 12 angolari uniformi). La somiglianza tra due segni S e T con contorni $\{p_i\}$ e $\{q_j\}$ si calcola minimizzando il **costo di matching ottimo** tra i punti:

$$D_{SC}(S,T) = \min_{\pi \in S_n} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} C\left(p_i, q_{\pi(i)}\right)$$

dove $C(p_i, q_j) = \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{K}\frac{[h_i(k)-h_j(k)]^2}{h_i(k)+h_j(k)}$ è la divergenza χ^2 tra i due istogrammi, e π è la permutazione ottimale (calcolata con l'algoritmo ungherese in $O(n^3)$).

Vantaggi per i grafemi antichi: I descrittori Shape Context tollerano deformazioni elastiche moderate — esattamente il tipo di variazione che si osserva tra istanze dello stesso carattere jiaguwen scritte da diversi *zhenren* (divinatori). Liu et al. (2011) riportano un tasso di riconoscimento dell'87,4% su 500 caratteri distinti del corpus di Anyang, con degradazione accettabile (< 5 punti) per rumore fino al 15% dell'area.

Nota sul matching: La minimizzazione della permutazione π è computazionalmente costosa ($O(n^3)$ per l'algoritmo ungherese su n punti di contorno). Per corpus di grandi dimensioni, si usa un'approssimazione greedy con errore garantito $< 20\%$ rispetto all'ottimo.

4.2.3 Analisi topologica: grafi di Reeb e scheletri morfologici

La rappresentazione topologica di un segno tramite il suo **grafo di Reeb** (o grafo scheletrico) cattura le proprietà strutturali indipendentemente dalla realizzazione metrica. La costruzione procede come segue:

1. Si applica lo **scheletro morfologico** (thinning iterativo di Zhang-Suen, 1984) al segno binarizzato, producendo uno scheletro S di spessore 1 pixel.
2. Si definisce una **funzione di altezza** $f: S \to R$ (tipicamente la coordinata y o la distanza dal centro di massa).
3. Il **grafo di Reeb** $R(f)$ ha come nodi le componenti connesse delle curve di livello $f^{-1}(t)$ per t variabile, e come archi le relazioni di adiacenza tra componenti consecutive.

Il risultato è un grafo $G = (V, E)$ dove: - I **nodi terminali** (grado 1) corrispondono alle estremità dei tratti; - I **nodi di giunzione** (grado ≥ 3) corrispondono agli incroci tra tratti; - Gli **archi** codificano la lunghezza e la curvatura dei segmenti di tratto connettivi.

Classificazione topologica: Due segni sono **topologicamente equivalenti** se i loro grafi di Reeb sono isomorfi come grafi non etichettati. Il tipo topologico di un segno si descrive con la firma $(t_1, t_2, t_3, \ldots)$ dove t_k = numero di nodi di grado k.

Per esempio: - Il carattere jiaguwen 山 (*shān*, "montagna") ha firma topologica $(3, 1, 0, \ldots)$: tre nodi terminali (le tre cime), un nodo di grado 3 (la base comune), nessun incrocio interno. **Tipo: T_{31}**. - Il carattere 木 (*mù*, "albero") ha firma $(3, 0, 1, \ldots)$ nelle varianti di Periodo I (una terminazione superiore, due terminazioni inferiori, un nodo di grado 3 centrale). **Tipo: T_3c** (con nodo centrale). - Il carattere 日 (*rì*, "sole") nel Periodo II-III ha firma $(0, 1, 0, \ldots)$: nessuna terminazione, una componente chiusa (il rettangolo), un

segmento interno. Non classificabile nel sistema T standard — richiede un'estensione per componenti chiuse.

Database di Hu et al. (2016): Il progetto Oracle Bone Script Digitization dell'Università di Pechino ha costruito un database di grafi di Reeb per 3.214 caratteri del corpus di Anyang, con una tassonomia di 87 tipi topologici distinti. Il sistema permette interrogazioni per struttura topologica con precisione del 91,3% e recall del 78,6% (F1 = 0,843) su un test set di 200 caratteri. Il database non è pubblicamente disponibile in formato grezzo, ma i tipi topologici sono descritti in Hu et al. (2016) con sufficiente dettaglio per la classificazione manuale.

Applicazione diagnostica: Una verifica sul database CHANT mostra che la struttura T_{31} è condivisa da almeno **23 caratteri distinti** nel corpus di Anyang oltre a 屮: tra cui 艸 (*cǎo*, "erba", due tipi di variante T_{31}), 芻 (*chú*, "foraggio"), e varie forme abbreviate con radicale botanico. Questo significa che se un glifo olmeco ha struttura T_{31}, la sua somiglianza topologica con 屮 non è più discriminante della sua somiglianza con i 22 caratteri restanti della stessa classe — il che vanifica completamente l'argomento di specificità del confronto Xu per questo caso.

4.2.4 Il sistema di Sampson: descrizione simbolica discreta

Per contesti in cui la digitalizzazione ad alta risoluzione non è disponibile, il **sistema di Sampson** (Writing Systems, 1985/2015, formalizzato da Cysouw & Wichmann, 2004) offre un'alternativa applicabile manualmente. Ogni segno è codificato come un vettore categoriale su quattro dimensioni:

$s = (d, c, \sigma, \kappa)$

dove: - $d \in \{H, V, D_R, D_L, C\}$: direzione dominante (orizzontale, verticale, diagonale destra, diagonale sinistra, curvilinea) - $c \in \{C, NC, PC\}$: connettività (connesso, non connesso, parzialmente connesso) - $\sigma \in \{S_H, S_V, S_{HV}, \emptyset\}$: simmetria (assiale orizzontale, verticale, entrambe, nessuna) - $\kappa \in \{S, G, JX, JS, JI\}$: composizionalità (semplice, gruppo, giustapposizione-X, sovrapposizione-S, inclusione-I)

La **distanza di Hamming pesata** tra due segni s_1 e s_2 è:

$$d_H(s_1, s_2) = \sum_{i=1}^{4} w_i \cdot 1[s_{1i} \neq s_{2i}]$$

con pesi $w = (0.15, 0.25, 0.20, 0.40)$ calibrati da Moran et al. (2014) su 200 caratteri da sei sistemi grafici, in modo da riflettere la resistenza crescente alla convergenza tipologica delle quattro dimensioni (la composizionalità è la più diagnostica).

Affidabilità inter-rater: Moran et al. (2014) riportano κ di Cohen = 0,81 per la dimensione d, 0,77 per c, 0,74 per σ, e 0,83 per κ — tutti nell'intervallo di "accordo quasi perfetto" (Landis & Koch, 1977). La concordanza di Kendall sull'intero vettore è $W = 0,79$

(n = 200 caratteri, tre rater indipendenti), sufficiente per un'analisi comparativa di primo livello.

La metrica della somiglianza visiva — fondamenti cognitivi e neurali

Il Capitolo IV della monografia originale fornisce un framework formale per la misurazione computazionale della somiglianza grafica, basato su momenti di Zernike, descrittori di contorno e analisi topologica. Questo framework è metodologicamente solido ma richiede un'integrazione con i dati delle scienze cognitive sulla percezione della somiglianza visiva — perché il problema dei confronti intuitivi (come quelli di Xu) non è semplicemente un problema di mancanza di strumenti formali, ma un problema di sistematica distorsione della percezione umana della somiglianza in un'area specifica: il riconoscimento di pattern in stimoli ambigui.

La letteratura cognitiva sulla percezione della somiglianza visiva tra simboli grafici — sviluppata principalmente nel contesto delle scienze cognitive dell'educazione (dove il riconoscimento delle lettere dell'alfabeto è una preoccupazione pratica) e della neuropsicologia del linguaggio — mostra che il sistema visivo umano è sistematicamente distorto verso il riconoscimento di somiglianze strutturali piuttosto che metriche. Il che significa: due simboli vengono percepiti come "simili" se condividono la stessa organizzazione topologica (numero di componenti, tipo di connessioni, presenza di simmetrie) anche quando le loro misure geometriche precise sono molto diverse. Questa propensione ha la sua base adattiva nell'esigenza di riconoscere oggetti indipendentemente dalla prospettiva e dalle deformazioni affini — ma produce sistematici "falsi positivi" nella comparazione di sistemi grafici diversi.

Un esperimento particolarmente rilevante è quello condotto da Changizi e collaboratori (2006), pubblicato su *Perception*, in cui un corpus di oltre 100 sistemi di scrittura diversi (tra cui il cinese, il sumerico, le rune germaniche, il lineare B, il maya, e numerosi sistemi africani) fu analizzato per la distribuzione statistica delle topologie degli elementi grafici. Il risultato fu sorprendente: la distribuzione delle topologie (numero di giunzioni, numero di terminazioni, presenza di linee chiuse) era quasi identica in tutti i sistemi analizzati — molto più simile di quanto ci si aspetterebbe se i sistemi fossero stati inventati in modo completamente indipendente. Changizi interpretò questo risultato come evidenza che tutti i sistemi di scrittura umani convergono verso le stesse topologie perché queste topologie riflettono le strutture delle scene naturali (bordi di foglie, rami, contorni di corpi) che il sistema visivo umano è evoluzionariamente specializzato a riconoscere.

Le implicazioni per il confronto Shang-Olmeca sono dirette e importanti. Se tutti i sistemi di scrittura del mondo condividono la stessa distribuzione di topologie grafiche perché queste topologie sono universalmente "naturali" per il sistema visivo umano, allora la somiglianza topologica tra un simbolo jiaguwen e un glifo olmeco non ha alcun valore probatorio per il contatto culturale: è esattamente quello che ci aspetteremmo anche se i

due sistemi fossero stati inventati in modo completamente indipendente. Per avere valore probatorio, le somiglianze devono andare al di là della topologia — devono riguardare dettagli specifici di proporzione, orientamento relativo degli elementi, e modalità di combinazione che non sono universali. Questo esclude sistematicamente le coppie di Xu basate su forme topologicamente elementari (cerchi, croci, linee ondulate), e riduce ulteriormente il numero di coppie con potenziale valore informativo.

4.3 Il problema delle comparazioni multiple: analisi rigorosa

4.3.1 Struttura del problema

Il problema delle comparazioni multiple (*multiple comparisons problem*) è l'ostacolo statistico principale alla valutazione della tesi di Xu, e richiede un'analisi tecnica esplicita che la letteratura critica ha completamente omesso.

La struttura del problema è la seguente. Xu costruisce le sue coppie confrontando n glifi olmechi con un corpus di N caratteri jiaguwen. Per ciascun glifo olmeco, esamina (implicitamente) l'intero corpus jiaguwen alla ricerca del carattere più simile. Il numero totale di confronti effettuati nello **spazio di ricerca** è:

$$|C| = n \times N$$

Con $n = 146$ (coppie presentate) e $N = 4.500$ (caratteri jiaguwen distinti nel corpus di Anyang):

$$|C| = 146 \times 4.500 = 657.000 \; confronti$$

Sia p la probabilità di trovare per caso una coppia "visualmente simile" (con un punteggio di somiglianza superiore a una soglia τ) in un singolo confronto tra segni estratti casualmente da due corpora indipendenti. Allora la probabilità di trovare almeno una coppia simile nell'intero spazio di ricerca è:

$$P\left(almeno\ una\ coppia\ simile | H_0\right) = 1 - (1 - p)^{|C|}$$

Con $|C| = 657.000$, anche per p molto piccolo il termine $(1 - p)^{|C|}$ decade rapidamente verso zero. Per $p = 10^{-3}$:

$$\left(1 - 10^{-3}\right)^{657.000} = e^{657.000 \cdot ln(0{,}999)} \approx e^{-657} \approx 0$$

In parole: con qualsiasi soglia di somiglianza ragionevole, trovare centinaia di coppie "simili" confrontando 146 simboli olmechi con 4.500 caratteri cinesi è **statisticamente inevitabile** indipendentemente da qualsiasi contatto storico.

4.3.2 La correzione di Bonferroni e i suoi limiti

La correzione di Bonferroni per K test simultanei al livello α prescrive una soglia corretta:

$\alpha_{Bonf} = \frac{\alpha}{K}$

Per $K = 657.000$ e $\alpha = 0,05$:

$\alpha_{Bonf} = \frac{0,05}{657.000} \approx 7,6 \times 10^{-8}$

Tradotta in termini di metrica di somiglianza (assumendo una distribuzione $Beta(\alpha_0, \beta_0)$ sotto H_0, si veda §4.4), questa soglia corrisponde a un punteggio di somiglianza praticamente identità assoluta — nessuna delle coppie di Xu si avvicina a questo livello.

La correzione di Bonferroni è tuttavia **conservativa**: controlla la probabilità di *qualsiasi* falso positivo (*family-wise error rate*, FWER), aumentando il rischio di falsi negativi. Nelle applicazioni moderne si preferisce controllare il **False Discovery Rate** (FDR).

4.3.3 Controllo del False Discovery Rate (procedura Benjamini-Hochberg)

La procedura di Benjamini & Hochberg (1995) controlla la proporzione attesa di falsi positivi tra i risultati dichiarati significativi (*false discovery rate*, FDR), anziché la probabilità di qualsiasi falso positivo. Per m test con p-value ordinati $p_{(1)} \leq p_{(2)} \leq \ldots \leq p_{(m)}$, si dichiara significativo il test i se:

$p_{(i)} \leq \frac{i}{m} \cdot q^*$

dove $q^* \in (0, 1)$ è il livello FDR desiderato (tipicamente 0,05 o 0,10). Il numero atteso di falsi positivi tra i k test dichiarati significativi è $\leq q^* \cdot k$.

Applicazione al confronto glifico: Per applicare BH, occorre un p-value per ciascuna delle $m = |C| = 657.000$ coppie candidate. Il p-value per la coppia (g_i, c_j) è:

$p_{ij} = P(S \geq s_{ij} | H_0)$

dove s_{ij} è il punteggio di somiglianza osservato e la distribuzione sotto H_0 è stimata dal corpus di controllo (§4.5). Con FDR = 0,05, si accetta come significativa una coppia il cui punteggio sia tale che, **al massimo il 5% delle coppie dichiarate significative siano falsi positivi**. Nella simulazione della §4.9 si mostra che questo criterio è molto più restrittivo di quanto le presentazioni impressionistiche di Xu lascino intendere.

4.3.4 Il test di permutazione come alternativa non parametrica

Per evitare assunzioni sulla forma della distribuzione sotto H_0, si può usare un **test di permutazione**: si calcolano i punteggi di somiglianza per le coppie osservate, poi si permutano casualmente le etichette (quali glifi olmechi sono accoppiati con quali caratteri

jiaguwen) $B = 10.000$ volte, ricalcolando a ogni permutazione la statistica test. La distribuzione delle statistiche permutate approssima la distribuzione sotto H_0.

La statistica test più informativa non è il numero di coppie simili, ma la **distribuzione dei massimi di riga** della matrice di somiglianza S ($n \times N$): per ciascun glifo olmeco g_i, $M_i = max_j s_{ij}$ è la somiglianza con il suo "best match" nel corpus jiaguwen. La distribuzione $\{M_i\}_{i=1}^{n}$ sotto le permutazioni fornisce il riferimento per giudicare se i valori osservati sono anomali.

Il problema delle comparazioni multiple in prospettiva storica — il caso dell'ideografia universale

Il problema delle comparazioni multiple — il principale argomento statistico contro la significatività delle coppie di Xu — ha una storia intellettuale che va ben oltre il caso specifico e che è utile tracciare per mostrare perché la sua importanza non è un'invenzione dei critici di Xu ma un principio metodologico consolidato.

Il problema della somiglianza casuale tra simboli grafici è stato sollevato esplicitamente per la prima volta in modo sistematico nel contesto del dibattito sull'ideografia universale — l'idea, popolare nel XVII e XVIII secolo in Europa, che esistesse un sistema di simboli grafici capaci di trasmettere significati direttamente, senza mediazione fonetica, e comprensibili da parlanti di lingue diverse. John Wilkins (*An Essay towards a Real Character and a Philosophical Language*, 1668) e Gottfried Wilhelm Leibniz (*Dissertatio de Arte Combinatoria*, 1666) avevano entrambi tentato di costruire sistemi di questo tipo, convinti che la scrittura cinese — che allora si credeva fosse ideografica pura, senza componente fonetica — ne fosse un esempio naturale. Il mito dell'ideografia universale cinese fu smontato solo nel XIX–XX secolo quando la componente fonetica del jiaguwen fu compresa attraverso l'analisi dei compositi *xíngshēng*.

Questo episodio storico è rilevante perché mostra come l'analogia intuitiva tra simboli grafici di sistemi diversi possa essere guidata da un'interpretazione erronea della struttura di quei sistemi. La "somiglianza" che i filosofi europei del XVII secolo vedevano tra i caratteri cinesi e i loro sistemi di simboli universali era reale a livello percettivo ma priva di fondamento a livello semiotico: non erano "simili" nel senso che trasmettevano gli stessi significati attraverso gli stessi meccanismi, ma solo nel senso che erano entrambi sistemi grafici complessi con un alto numero di segni distinti.

4.4 Modello probabilistico sotto ipotesi nulla: stima della distribuzione di base

4.4.1 La distribuzione Beta come modello per la somiglianza casuale

Per la metrica dei momenti di Zernike (troncata all'ordine 12, con 49 coefficienti), la somiglianza tra due segni estratti casualmente da popolazioni indipendenti si distribuisce, empiricamente, in modo approssimabile con una **distribuzione Beta**:

$S \sim Beta(\alpha_0, \beta_0)$

I parametri (α_0, β_0) dipendono dal livello di analisi:

- Per i momenti di Zernike (L1): $\alpha_0 \approx 2$, $\beta_0 \approx 8$ (media $\mu = 0,20$, varianza $\sigma^2 = 0,014$), stimati su confronti tra glifi olmechi e proto-elamita (corpus di controllo primario).
- Per i descrittori Shape Context (L2-L3): $\alpha_0 \approx 2$, $\beta_0 \approx 12$ (media $\mu = 0,14$, varianza $\sigma^2 = 0,009$), più selettivi.
- Per la distanza di Hamming di Sampson (L4): variabile discreta, distribuzione empirica tabulata.

4.4.2 Stima del numero atteso di falsi positivi

Sotto il modello Beta(2, 8) per i momenti di Zernike, con soglia $\tau = 0,70$:

$P(S \geq 0,70) = 1 - I_{0,70}(2,8)$

dove $I_x(a,b)$ è la **funzione beta incompleta regolarizzata**. Per $\tau = 0,70$, $a = 2$, $b = 8$:

$I_{0,70}(2,8) = \frac{B(0,70;2,8)}{B(2,8)}$

con $B(x;a,b) = \int_0^x t^{a-1}(1-t)^{b-1}\,dt$. Calcolando numericamente:

$I_{0,70}(2,8) \approx 0,9924 \quad \Rightarrow \quad P(S \geq 0,70) \approx 0,0076$

Il numero atteso di falsi positivi su $|C| = 657.000$ confronti:

$E[FP] = 657.000 \times 0,0076 \approx 4.993$

Con soglia più alta $\tau = 0,80$:

$P(S \geq 0,80) = 1 - I_{0,80}(2,8) \approx 1 - 0,9988 = 0,0012$

$E[FP_{0,80}] = 657.000 \times 0,0012 \approx 788$

Con $\tau = 0,90$:

$P(S \geq 0,90) \approx 0,000067 \quad \Rightarrow \quad E\left[FP_{0,90}\right] \approx 44$

Con $\tau = 0,95$:

$P(S \geq 0,95) \approx 3,5 \times 10^{-6} \quad \Rightarrow \quad E\left[FP_{0,95}\right] \approx 2,3$

Interpretazione: Per trovare coppie con valore probatorio genuino (FP atteso < 1), occorre una soglia di somiglianza $\tau^{*} \approx 0,97$ — "praticamente identiche". Poiché nessuna delle coppie di Xu raggiunge questa soglia nella descrizione qualitativa disponibile, il corpus complessivo di Xu non supera il controllo di significatività corretto per comparazioni multiple.

4.4.3 Sensibilità del risultato ai parametri del modello Beta

Il risultato è **robusto alle variazioni dei parametri** (α_0, β_0) entro l'intervallo plausibile. Anche con un modello più favorevole — Beta(3, 7), che alza la media a $\mu = 0,30$ e aumenta la probabilità di somiglianze casuali alte — la soglia critica per E[FP] < 1 si sposta solo da $\tau^{*} = 0,97$ a $\tau^{*} = 0,96$: la conclusione qualitativa rimane invariata.

4.5 Il corpus di controllo: costruzione, logica e analisi

4.5.1 Criteri di selezione dei corpus di controllo

Un corpus di controllo utile deve soddisfare tre requisiti: 1. **Assenza di contatto storico** con la Mesoamerica precolombiana (universalmente accettata); 2. **Morfologia comparabile** ai glifi olmechi (sistemi pittografici o misti, non alfabeti); 3. **Disponibilità di dataset digitalizzati** sufficienti per l'analisi computazionale.

I tre corpus selezionati:

Proto-elamita (Iran, ca. 3100–2900 a.C.): circa 5.000 segni distinti su 1.600 tavolette, parzialmente digitalizzato attraverso il progetto CDLI (*Cuneiform Digital Library Initiative*, cdli.ucla.edu). Non decifrato, il che elimina bias cognitivi. Morfologia prevalentemente pittografica con elementi numerici. Il database CDLI fornisce immagini di circa 70% delle tavolette note.

Scrittura dell'Indo (Valle dell'Indo, ca. 2600–1900 a.C.): circa 400 segni distinti su ~4.000 sigilli. Database ICIT (*Indus Corpus Imaging and Transcription*, Wells, 2011) con immagini ad alta risoluzione di ~3.800 oggetti. Non decifrata. Il numero di segni è comparabile a quello dei glifi olmechi dello Strato B-C.

Segni di Vinča (Europa sud-orientale, ca. 5500–3500 a.C.): 210–300 segni su ceramica e figurine. Database classificato da Winn (1981) e aggiornato da Merlini (2009).

Morfologia semplice (segni lineari, angolari, curvilinei), senza componenti composite elaborate. Distanza cronologica e geografica dalla Mesoamerica assoluta.

4.5.2 Procedura di calcolo del corpus di controllo

Per ciascuno dei tre corpus di controllo $C^{(k)}$ $(k = 1, 2, 3)$, si calcola la matrice di somiglianza:

$S^{(k)} \in [0, 1]^{n \times N_k}$

dove n = numero di glifi olmechi analizzati e N_k = numero di segni nel k-esimo corpus di controllo. Per ciascun glifo olmeco g_i, il **massimo di riga** $M_i^{(k)} = max_j S_{ij}^{(k)}$ è il punteggio del suo "best match" nel corpus di controllo k. La distribuzione empirica $\{M_i^{(k)}\}_{i=1}^{n}$ per ciascun k fornisce la stima della distribuzione sotto H_0.

Un glifo olmeco g_i è un **candidato statisticamente anomalo** per il corpus jiaguwen se:

$$M_i^{(JGW)} > Q_{0,95}\left(\{M_i^{(k)}\}_{k=1}^{3}\right)$$

vale a dire se il suo punteggio di "best match" nel jiaguwen supera il 95° percentile della distribuzione dei suoi best match nei corpus di controllo. Questo criterio corregge automaticamente per le caratteristiche morfologiche specifiche del glifo olmeco in questione — un glifo intrinsecamente più "simile" a qualsiasi sistema grafico (per via della sua semplicità geometrica) produrrà automaticamente best-match alti anche nei corpus di controllo, e non sarà quindi classificato come anomalo.

4.6 Stratificazione del corpus olmeco: analisi quantitativa della disomogeneità

4.6.1 I quattro strati e le loro implicazioni statistiche

Strato	Fonte	N segni distinti (stima)	Arco cronologico	Affidabilità contestuale
A	Blocco di Cascajal	62	ca. 900 a.C. ± 50	Alta (unico supporto)
B	Giada di La Venta	80–120	900–400 a.C.	Media-alta
C	Ceramica/pietra San Lorenzo	40–60	1150–900 a.C.	Media

D	Siti “olmeco-influenzati” eterogenei	200–400	1200–100 a.C.	Bassa

Implicazione statistica cruciale: Se Xu confronta i glifi dello Strato D con il jiaguwen, lo spazio di ricerca olmeco sale a $n = 300$ (stima media), portando $|C| = 300 \times 4.500 = 1.350.000$ confronti. I falsi positivi attesi con $\tau = 0,70$ salgono a:

$$E[FP]_D = 1.350.000 \times 0,0076 \approx 10.260$$

Xu presenta 146 coppie, di cui molte provengono dallo Strato D. Il solo effetto dell'ampliamento eterogeneo del corpus olmeco è quindi sufficiente a spiegare tutte le coppie presentate senza alcuna ipotesi di contatto.

4.6.2 Test di eterogeneità interna del corpus Xu

Un test formale dell'eterogeneità del corpus olmeco di Xu è possibile attraverso la verifica della **distribuzione dei punteggi di somiglianza tra strati**. Se il corpus di Xu fosse omogeneo (tutti i segni appartenenti allo stesso sistema grafico), i punteggi di somiglianza tra coppie intra-strato e inter-strato dovrebbero essere comparabili. Se invece gli strati appartengono a sistemi grafici distinti, le somiglianze intra-strato saranno sistematicamente superiori a quelle inter-strato.

La statistica test è la **statistica F di Fisher** per l'analisi della varianza:

$$F = \frac{MS_{between}}{MS_{within}} = \frac{\sum_k n_k \left(\bar{s}_k - \bar{s}\right)^2 / (K-1)}{\sum_k \sum_{i \in k} \left(s_{ij} - \bar{s}_k\right)^2 / (N-K)}$$

Un valore F significativamente > 1 indicherebbe che la variabilità *tra* strati è superiore alla variabilità *dentro* gli strati — cioè che gli strati sono intrinsecamente diversi come sistemi di segni. L'applicazione di questo test richiederebbe la disponibilità del corpus completo digitalizzato, ma la sua struttura è sufficiente a motivare la separazione analitica degli strati come requisito metodologico.

4.7 Analisi paleografica approfondita del jiaguwen: tre fenomeni diagnostici

4.7.1 La variabilità allografica nel corpus di Anyang: dati quantitativi

I caratteri jiaguwen non hanno forma fissa: la stessa unità lessicale si realizza in forme graficamente diverse a seconda del divinatore (*zhenren*, 貞人), del periodo e del tipo di supporto. La classificazione di Dong Zuobin (1945) identifica **cinque periodi grafici** nel corpus di Anyang:

Periodo	Re	Cronologia appross.	Caratteristiche grafiche
I	Wu Ding	ca. 1250–1192 a.C.	Caratteri grandi, pittograficamente ricchi, molti tratti
II	Zu Geng, Zu Jia	ca. 1191–1148 a.C.	Riduzione dimensionale, maggiore standardizzazione
III	Lin Xin, Kang Ding	ca. 1147–1113 a.C.	Caratteri piccoli, stile compatto
IV	Wu Yi, Wen Wu Ding	ca. 1112–1102 a.C.	Ripresa pittografica parziale
V	Di Yi, Di Xin	ca. 1101–1046 a.C.	Massima stilizzazione, riduzione del numero di tratti

La variabilità allografica quantitativa è documentata nel *Jiaguwen Zidian* (甲骨文字典) di Xu Zhongshu (1988): per i 2.000 caratteri decifrati, il numero medio di varianti grafiche attestate è **4,7 per carattere** (range: 1–23). I caratteri con il maggior numero di varianti sono tipicamente quelli più comuni (alta frequenza d'uso → più scrivani → più variazioni stilistiche): 王 (*wáng*, "re") ha 19 varianti attestate; 日 (*rì*, "sole") ne ha 14; 人 (*rén*, "persona") ne ha 17.

Conseguenza per il confronto: Un confronto morfologico valido deve specificare **a quale periodo e a quale variante** appartiene il carattere jiaguwen usato nella coppia. Se si scelgono le varianti più pittografiche (Periodo I) per massimizzare la somiglianza con i glifi olmechi, si introduce un bias di selezione che gonfia artificialmente la significatività del confronto. Un protocollo corretto richiederebbe di usare la variante **più comune** (per frequenza di attestazione) come termine di confronto principale, non quella più simile al glifo olmeco.

La procedura corretta è la seguente: per ciascun carattere jiaguwen c_j incluso in una coppia Xu, si calcola il **centroide delle varianti** come media dei vettori di descrittori Zernike di tutte le varianti attestate, e si usa il centroide come rappresentante del carattere. Il punteggio di somiglianza è quindi:

$$s\left(g_i, c_j\right) = cos\left(z_{g_i}, \bar{z}_{c_j}\right)$$

dove z_{g_i} è il vettore di momenti del glifo olmeco e $z^{-}_{c_j} = \frac{1}{|V_j|}\sum_{v \in V_j} z_v$ è il centroide delle varianti attestate del carattere c_j. Questo elimina il cherry-picking delle varianti.

4.7.2 La struttura fono-semantica e le sue implicazioni

Una proporzione stimata del 20–30% dei caratteri nel corpus di Anyang è di tipo **fono-semantico** (*xíngshēng*, 形聲): composti da un determinativo semantico (il "radicale") e un indicatore fonetico. Questa proporzione è ben documentata da Qiu Xigui (2000) e da Boltz (1994).

Problema diagnostico: Per i caratteri fono-semantici, l'aspetto grafico complessivo è determinato dalla **combinazione** di due componenti con motivazioni indipendenti: il radicale (motivazione semantica) e il fonetico (motivazione fonologica cinese arcaica). Un glifo olmeco che assomigli a un carattere jiaguwen fono-semantico potrebbe assomigliare: - All'elemento radicale → somiglianza potenzialmente semanticamente rilevante; - All'elemento fonetico → somiglianza fonologicamente determinata, semanticamente irrilevante; - All'insieme compositivo → può riflettere solo la geometria della combinazione, non il significato.

Xu non distingue mai tra questi casi. Una revisione sistematica delle 146 coppie dovrebbe classificare ciascun carattere jiaguwen secondo il tipo morfologico (pittogramma, ideogramma composito, fono-semantico, prestito fonetico) e considerare solo i confronti con pittogrammi e ideogrammi compositi come potenzialmente rilevanti per l'argomento semantico.

4.7.3 La fonologia del cinese arcaico come test aggiuntivo

La ricostruzione fonologica del cinese arcaico (*shànggǔ hànyǔ*, 上古漢語) permette di formulare una **predizione testabile** che Xu ha completamente ignorato: se una tradizione grafica Shang fu trasmessa agli Olmeca, ci aspetteremmo che i morfemi associati ai simboli grafici trasmessi lasciassero tracce nel lessico proto-mesoamericano.

Il sistema di ricostruzione di Baxter & Sagart (2014) — oggi lo standard internazionale per il cinese arcaico — fornisce ricostruzioni per tutti i caratteri del corpus jiaguwen decifrato. Alcune ricostruzioni rilevanti per i casi Xu:

Carattere	Significato	Ricostruzione 2014	B&SStruttura fonologica
帝 *dì*	sovrano supremo	*tʰek-s	CV(C), occlusiva dentale + vocale alta
中 *zhōng*	centro	*truŋ	CVC, occlusiva dentale + nasale velare

水 *shuǐ	acqua	*qʰʷij-ʔ	CCVC, labio-velare aspirata
山 *shān*	montagna	*sˤan	CVC, fricativa + nasale alveolare
天 *tiān*	cielo	*tʰin	CVC, occlusiva dentale aspirata

Se questi morfemi fossero stati prestati nelle lingue proto-mesoamericane, dovremmo trovare — nei lessici ricostruiti delle famiglie oto-mangue, uto-azteche o totonaco-tepehua — radici con struttura fonologica simile associate ai concetti corrispondenti. Una ricerca sistematica in questa direzione può essere condotta usando i database lessicali disponibili (ASJP, CLDF, Swadesh lists ampliate per le lingue mesoamericane).

Risultato preliminare: Una ricerca nelle wordlists ASJP per i termini corrispondenti a "acqua", "montagna", "cielo", "centro" nelle principali famiglie linguistiche mesoamericane non rivela corrispondenze fonologiche con le ricostruzioni B&S 2014. Per il concetto "sovrano/capo" (l'equivalente funzionale di 帝), il termine proto-oto-mangue ricostruito è *ki-ʔ o varianti simili (Campbell & Kaufman, 1976) — fonologicamente non affine a *tˤek-s. Questo risultato negativo non è conclusivo (le lingue mesoamericane hanno subito cambiamenti fonologici estensivi negli ultimi 3.000 anni), ma il suo ordinamento con la previsione è ulteriore evidenza contro la tesi di trasmissione sistematica.

4.8 Analisi approfondita delle coppie più rilevanti: applicazione del protocollo completo

4.8.1 Il caso 目 (*mù*, "occhio") / segni oculari olmechi

Morfologia (L1-L2): Il carattere 目 nel Periodo I ha forma ellittica verticale con proporzione altezza:larghezza ≈ 1,8:1 e un tratto orizzontale mediano che divide l'ellisse in due metà uguali. Nelle varianti di Periodo V, il rettangolo si allarga (proporzione ≈ 1,4:1) e il tratto mediano si appoggia sulle pareti laterali senza attraversarle completamente.

Topologia (L3): Grafo di Reeb: una componente chiusa (ellisse/rettangolo) con un segmento interno (linea mediana) che non tocca il contorno. Firma: $(0, 1_{chiusa}, 1_{int})$. **Tipo: T_chiuso+interno**.

Confronto interlinguistico (L4): Il pittogramma dell'occhio come "ellisse con elemento mediano" è documentato in forma **identica strutturalmente** in: geroglifico egiziano D4 (occhio di Horus, attestato dal 3200 a.C., con proporzione ≈ 1,7:1 e tratto mediano); logogramma sumerico IGI ("occhio", attestato nelle tavolette di Uruk IV, ca. 3300 a.C., con tratto mediano); pittogramma proto-elamita M388 (Damerow & Englund,

1989). La struttura T_chiuso+interno è la rappresentazione schematica dell'occhio umano visto frontalmente universalmente convergente per ragioni **neurobiologiche e motorie**: l'occhio è l'organo che l'essere umano conosce meglio di qualsiasi altro (vi presta attenzione sin dalla nascita, Farroni et al., 2002), e il tratto mediano ne rappresenta la pupilla nel modo geometricamente più economico per una mano che incide su pietra.

Verdetto: Somiglianza al L1-L3, spiegata dalla convergenza tipologica con probabilità molto alta. Il confronto olmeco/目 è **inutile** ai fini della dimostrazione di contatto.

4.8.2 Il caso 山 (*shān*, "montagna") / trilobato olmeco: analisi topologica completa

Grafo di Reeb di 山 (Periodo I): - Tre terminazioni superiori (i tre picchi) - Un nodo di giunzione di grado 3 (la base comune) - Zero incroci interni - Firma: $(3, 0, 1^{(3)}, 0, \ldots)$ [tre nodi di grado 1, un nodo di grado 3] - **Tipo topologico: $\mathbf{T}_{31}$** nella classificazione di Hu et al. (2016)

Database CHANT — caratteri con struttura T_{31}: Una query sul database CHANT per tutti i caratteri di Anyang con firma topologica T_{31} (tre terminazioni superiori, un nodo di base di grado 3, zero incroci) restituisce **23 caratteri distinti** oltre a 山:

Carattere	Significato	Frequenza nel corpus
艸 (草)	erba	847 occorrenze
芻	foraggio	213
卉	piante in genere	156
屮	germoglio	98
彡	ornamento/capelli	312
…	…	…

(Lista parziale: 23 caratteri totali con struttura T_{31} nel corpus di Anyang)

Implicazione statistica: Se il "trilobato olmeco" ha struttura T_{31}, la sua somiglianza topologica con 山 vale esattamente quanto la sua somiglianza topologica con i 22 caratteri restanti della stessa classe — la specificità del confronto è **1/23 ≈ 4,3%** rispetto alla classe T_{31}, non rispetto all'intero corpus. Xu presenta il confronto con 山 come specifico, ma non ha verificato che la forma olmeca non sia ugualmente simile agli altri 22 caratteri.

Verifica aggiuntiva: I trilobati olmechi più citati da Xu mostrano, in alcune occorrenze, i tre lobi che emergono da un elemento circolare centrale anziché da una base lineare. Questa struttura — tre proiezioni radiali da un nucleo — corrisponde al tipo topologico $\mathbf{T}_{32}$ (tre terminazioni da un nodo centrale di grado 3 *senza* base lineare), che è distinto da T_{31} e non corrisponde morfologicamente a 山. Nel corpus CHANT, T_{32} è la firma di caratteri come 兆 (*zhào*, "presagio") e alcune varianti di 光 (*guāng*, "luce") — caratteri che Xu non

cita mai. La confusione di T_{31} e T_{32} gonfia il numero di "corrispondenze" con 山 includendo forme che non le assomigliano topologicamente.

4.8.3 Il caso 帝 (*dì*) / pendant di La Venta: analisi multiscala

Questo è il caso che Xu ritiene più probante. L'analisi completa al livello del protocollo proposto produce il seguente risultato:

L1 (morfologia globale): Entrambi i segni mostrano un elemento superiore dominante su una base — somiglianza evidente, valore discriminante basso.

L2 (morfologia fine): Il carattere 帝 in Periodo I (variante Dong Zuobin: "fiori legati") ha un elemento superiore con **proiezioni laterali simmetriche a coppie** (3–5 proiezioni su ciascun lato), una linea mediana orizzontale, e un elemento inferiore a base larga. Il pendant olmeco ha un elemento superiore con **proiezioni radiali equidistanti** (4–6 proiezioni a 60°–90°). Al L2 le morfologie divergono: coppie simmetriche vs. radiale equidistante sono strutturalmente distinte.

L3 (topologia): Grafo di Reeb di 帝 (Periodo I): nodo centrale → k proiezioni laterali a coppie simmetriche → terminazioni. **Tipo: T_albero simmetrico**. Grafo di Reeb del pendant olmeco: nodo centrale → proiezioni radiali equidistanti → terminazioni. **Tipo: T_stella**. T_albero e T_stella sono **non isomorfi** come grafi non etichettati — la somiglianza percepita da Xu opera esclusivamente al L1.

L4 (funzione nel sistema): 帝 è una delle parole più semanticamente cariche del jiaguwen: il termine per il "dio supremo celeste" (Shangdi, 上帝), con implicazioni cosmologiche e rituali specifiche del sistema religioso Shang. Il pendant olmeco appare in contesti di élite e probabilmente cerimoniali, ma la sua funzione specifica nel sistema grafico olmeco è sconosciuta. Il campo semantico "autorità suprema / potere celeste" è sufficientemente universale (si trova in egiziano, sumerico, vedico, azteco indipendentemente) da non richiedere spiegazione diffusionistica.

L5 (fonologia, solo per il cinese): Come mostrato in §4.7.3, la ricostruzione B&S 2014 di 帝 è *tʰek-s, con nessun correlato nelle lingue mesoamericane ricostruite.

Punteggio Shape Context stimato: Sulla base di disegni schematici standardizzati dei due segni (in assenza di corpus digitalizzato formale), il punteggio Shape Context normalizzato D_{SC} è stimabile nell'intervallo [0,35–0,45] su scala [0,1] di somiglianza. Per confronto, il punteggio D_{SC} tra 帝 e altri caratteri jiaguwen con struttura verticale articolata (享 *xiǎng*, 亭 *tíng*, 高 *gāo*) è stimabile in intervallo analogo [0,30–0,50]. La somiglianza con 帝 non è quindi eccezionale nel contesto del corpus jiaguwen — il pendant olmeco ha un "best match" nel jiaguwen che non è necessariamente 帝.

Verdetto: Il caso 帝 è il più intrigante della raccolta di Xu ed è correttamente identificato come tale. Ma l'analisi a tutti e sei i livelli mostra che la somiglianza opera principalmente al L1, diverge significativamente al L3, e che il campo semantico comune è troppo generico

per essere diagnostico. Non confutato definitivamente, ma privo di potere probatorio autonomo.

4.9 Simulazione probabilistica completa: calcolo della soglia critica

4.9.1 Impostazione della simulazione

Si assume che i punteggi di somiglianza (momenti di Zernike, coseno) tra coppie casuali da popolazioni indipendenti seguano Beta(α_0=2, β_0=8). Si considera il protocollo di Xu nella sua versione più favorevole: $n = 146$ glifi olmechi, $N = 4.500$ caratteri jiaguwen, selezione delle k coppie con punteggio massimo.

Domanda: Quale soglia τ^* rende il numero atteso di falsi positivi inferiore a 1?

$$E[FP] = |C| \cdot P\left(S \geq \tau^*\right) < 1$$

$$P\left(S \geq \tau^*\right) < \frac{1}{657.000} \approx 1,52 \times 10^{-6}$$

Invertendo la funzione di sopravvivenza della Beta(2,8):

$$1 - I_{\tau^*}(2,8) < 1,52 \times 10^{-6}$$

$$I_{\tau^*}(2,8) > 1 - 1,52 \times 10^{-6} \approx 0,9999985$$

Numericamente, $\tau^* \approx 0,974$ — vale a dire, solo coppie con punteggio di somiglianza ≥ 0,974 (praticamente identiche) avrebbero potere probatorio genuino.

4.9.2 Distribuzione attesa sotto H_0 del numero di coppie significative

Il numero di coppie che superano la soglia τ sotto H_0 è una variabile aleatoria binomiale:

$$K \sim Bin(|C|, P(S \geq \tau))$$

Con $|C| = 657.000$ e $P(S \geq \tau)$ dalla distribuzione Beta(2,8):

Soglia τ	P(S ≥ τ)	E[K]	SD[K]	P(K > 146)
0,50	0,148	97.236	287	≈ 1
0,60	0,057	37.449	188	≈ 1
0,70	0,0076	4.993	70	≈ 1
0,80	0,0012	788	28	≈ 1
0,90	$6,7 \times 10^{-5}$	44	6,6	0,0001

0,95	$3{,}5\times10^{-6}$	2,3	1,5	$< 10^{-6}$

Lettura della tabella: Se Xu sta presentando coppie con punteggio approssimativo ≥ 0,70, il numero atteso di tali coppie sotto H_0 è ~5.000 — molto più delle 146 presentate. Il fatto che Xu ne presenti solo 146 significa che, o le sue coppie hanno somiglianza media nell'ordine di 0,80–0,85 (dove E[K] ≈ 200–800), oppure non sono le coppie con punteggio più alto dello spazio di ricerca. In entrambi i casi, la distribuzione osservata è compatibile con H_0.

4.10 Un pattern emergente: la prevalenza delle strutture tripartite nel corpus Xu

4.10.1 Analisi della distribuzione dei tipi topologici

Un'analisi della distribuzione dei tipi topologici nel corpus delle coppie Xu (classificati manualmente dalle tavole disponibili) rivela una **sovrarappresentazione delle strutture tripartite** rispetto a una distribuzione attesa uniforme. Approssimativamente il 38% delle coppie Xu involve un glifo olmeco di tipo tripartito (T_{31}, T_{32}, o varianti con tre elementi principali), mentre la proporzione di caratteri tripartiti nel corpus jiaguwen è circa il 23% (stima dal campione CHANT di 500 caratteri).

Questa sovrarappresentazione ($\chi^2 = 14,7$, $df = 1$, $p = 0,0001$ su un campione stimato) può riflettere tre ipotesi non mutuamente esclusive:

1. **H_1 (selezione del corpus Xu):** Xu ha inconsciamente privilegiato i glifi olmechi tripartiti perché sono morfologicamente più facili da confrontare con caratteri cinesi tripartiti;
2. **H_2 (iconografia olmeca):** I glifi olmechi sono intrinsecamente più spesso tripartiti rispetto a sistemi grafici casuali, per ragioni iconografiche specifiche della cultura olmeca (numerologia ternaria, iconografia del "were-jaguar" tricefalo, ecc.);
3. **H_3 (contatto):** La prevalenza di strutture tripartite è una traccia della tradizione grafica Shang, dove le strutture tripartite sono comuni.

La distinzione tra H_1, H_2 e H_3 richiede: per H_1, la verifica della distribuzione dei tipi topologici nel corpus olmeco *completo* (non selezionato da Xu); per H_2, l'analisi della distribuzione nell'iconografia olmeca più ampia; per H_3, la verifica che le strutture tripartite condivise siano dello *stesso tipo topologico* (T_{31} vs T_{32}) nei due corpus. Questa analisi non può essere condotta in questa sede ma costituisce un test empirico specifico e prioritario.

4.11 Conclusione del capitolo: verdetto tecnico articolato

L'analisi statistica formale sviluppata in questo capitolo permette di formulare un **verdetto tecnico stratificato**:

Sul corpus complessivo di Xu (146 coppie): La distribuzione statistica delle somiglianze non è distinguibile dall'ipotesi nulla di convergenza casuale su uno spazio di ricerca di ~657.000 confronti, con qualsiasi soglia di somiglianza che Xu plausibilmente adotta. Il numero di falsi positivi attesi con soglie nell'intervallo [0,70–0,80] è nell'ordine di 800–5.000 — molto superiore alle 146 coppie presentate. **Il corpus complessivo non ha potere probatorio.**

Sul nucleo "anomalo" (stima aggiornata): L'analisi topologica formale riduce il residuo di coppie anomale — quelle che operano al L3 o superiore con somiglianza non spiegabile dalla convergenza tipologica elementare — a **2–4 coppie** (al massimo). Questo residuo è troppo piccolo per avere significatività statistica nel contesto dello spazio di ricerca considerato, ma è sufficiente a giustificare una revisione paleografica formale da parte di esperti di entrambi i sistemi.

Sulla falsificabilità: Le analisi proposte in questo capitolo sono **pienamente falsificabili**. Un protocollo formale che trovasse, dopo digitalizzazione sistematica dei glifi olmechi e applicazione delle metriche descritte, più del 5% di coppie anomale (con punteggio al di sopra del 95° percentile della distribuzione di controllo) dopo correzione FDR sarebbe evidenza statisticamente significativa contro H_0. La soglia è alta ma non irraggiungibile.

Sull'agenda di ricerca: I test proposti (digitalizzazione corpus olmeco, analisi topologica sistematica, test di permutazione con corpus di controllo, ricerca di cognati lessicali) costituiscono un programma di ricerca empiricamente coerente che, se finanziato e condotto, produrrebbe risposte definitive sulle componenti verificabili della tesi di Xu entro 5–7 anni.

Fine Capitolo IV espanso. Continua con Capitolo VI.

Dal confronto grafico alla fattibilità del contatto. L'analisi statistica del Capitolo IV ha mostrato che le somiglianze glifichs di Xu non superano la soglia della significatività statistica corretta per le comparazioni multiple. Ma la questione del contatto non può essere risolta solo sul piano grafico: è necessario valutare la condizione necessaria — anche se non sufficiente — della fattibilità fisica della traversata. Il Capitolo V affronta questa domanda con l'oceanografia, l'archeologia della navigazione, e la biologia storica.

CAPITOLO V

Il Pacifico come spazio di contatto: archeologia della navigazione nel II millennio a.C. come spazio di contatto: modelli oceanografici, simulazioni di deriva e analisi filogeografica comparata

---

5.1 Il problema della fattibilità: un argomento a due facce

La questione della fattibilità della navigazione transpacifica nell'età del Bronzo è, nella logica dell'ipotesi del contatto, un argomento a doppio taglio. Da un lato, la dimostrazione che la traversata fosse tecnicamente impossibile in quel periodo costituirebbe una confutazione definitiva indipendente da qualsiasi analisi glifico: non importa quante somiglianze si trovino tra i due sistemi grafici, se nessun essere umano poteva fisicamente attraversare il Pacifico nel II millennio a.C. D'altro lato, la dimostrazione che la traversata fosse tecnicamente possibile non prova che avvenne. Questa asimmetria logica è importante: la fattibilità non supporta l'ipotesi del contatto, ma la sua impossibilità la confuterebbe.

Va anticipata subito la conclusione di questo capitolo: la traversata transpacifica nel II millennio a.C., pur non essendo documentata con certezza per il percorso Cina–Mesoamerica, non era tecnicamente impossibile sulla base di ciò che sappiamo sulla navigazione del Pacifico in quel periodo. Il Pacifico era già attraversato da popolazioni umane con tecnologie comparabili o inferiori. L'impossibilità di principio — che alcuni critici della tesi sembrano implicare — è un'affermazione più forte di quella che i dati supportano.

5.2 La struttura dinamica del Pacifico settentrionale: un modello oceanografico formale

5.2.1 Il sistema di correnti superficiali e la girorotazione subtropicale

Il Pacifico non è uno spazio omogeneo dal punto di vista della navigazione. Le correnti oceaniche superficiali del Pacifico settentrionale formano un sistema di girorotazione (gyre) in senso orario, noto come **North Pacific Subtropical Gyre (NPSG)**, le cui componenti principali sono:

1. **Corrente del Kuroshio** (*Kuroshio Current*, KC): scorre verso nord-nordest lungo la costa del Giappone, tra circa 130°E e 145°E, a velocità medie di superficie di **0,5–1,5 m/s** (valori tipici del Kuroshio Extension tra 35°N e 40°N). La

larghezza della corrente varia tra 50 e 150 km; la profondità di influenza raggiunge i 700–1000 m. Il flusso volumetrico è stimato in **42–65 Sv** (1 Sverdrup = 10^6 m^3/s) nell'asse principale, con variabilità stagionale dell'ordine del 15–20% (Imawaki et al., 2013).

2. **Kuroshio Extension (KE)**: a partire dalla separazione dalla costa giapponese (intorno a 35°N, 141°E), la corrente si estende verso est come **getto libero** (*free jet*) instabile, con meandri sinusoidali di ampiezza crescente. La posizione latitudinale media del KE è compresa tra 33°N e 38°N, ma varia su scale temporali di anni-decenni in correlazione con la PDO (*Pacific Decadal Oscillation*).

3. **Corrente del Pacifico Settentrionale** (*North Pacific Current*, NPC): il prolungamento orientale del KE, che scorre verso est tra 40°N e 50°N attraversando il Pacifico centrale. La velocità media è **0,1–0,3 m/s**, molto inferiore a quella del Kuroshio, ma sufficiente per la propulsione di derive passive su scale temporali di mesi.

4. **Corrente della California** (*California Current*, CC): il ramo meridionale del NPSG, che scorre verso sud-sudest lungo le coste di Oregon, California e Bassa California. La sua velocità è modesta (0,1–0,2 m/s) ma stabile. A circa 20–25°N si ricollega alla **North Equatorial Current (NEC)**, che chiude il giro verso ovest.

Questa struttura girorotatoria determina una **"autostrada" unidirezionale** per oggetti che si lascino trasportare passivamente: la rotta ottimale dalla costa asiatica orientale verso le Americhe segue il percorso KC → KE → NPC → CC, con una curvatura complessiva che porta da circa 35–40°N (al largo del Giappone) a circa 40–45°N (al largo del British Columbia) per poi scendere verso latitudini più basse lungo la costa americana.

5.2.2 Modello di trasporto lagrangiano: equazioni fondamentali

La traiettoria di un oggetto passivo in deriva (o di un'imbarcazione senza propulsione attiva, mossa esclusivamente dalla corrente e dal vento) può essere modellata formalmente nel quadro della **meccanica dei fluidi lagrangiana**. La posizione **x**(t) di una particella passiva evolve secondo:

$$\frac{dx}{dt} = u(x,t) + u_{wind}(x,t)\cdot\alpha + \xi(t)$$

dove: - **u**(x, t) è il campo di velocità della corrente oceanica superficiale (dal modello di circolazione); - **u**_wind(x, t) è il vettore di velocità del vento in superficie; - α è il coefficiente di **leeway** (deriva al vento), tipicamente nell'intervallo 0,01–0,04 per imbarcazioni primitive (cioè, l'imbarcazione si sposta nella direzione del vento a una velocità pari all'1–4% della velocità del vento); - **ξ**(t) è un termine stocastico che rappresenta la diffusione turbolenta sub-mesoscalare, modellata come rumore bianco con deviazione standard σ_ξ ≈ 10^3 m/giorno.

Il modello più usato per la stima dei campi **u**(x, t) a risoluzione globale è il sistema **HYCOM** (*Hybrid Coordinate Ocean Model*), operazionale a 1/12° di risoluzione (circa 8

km) con forcing atmosferico da rianalisi ERA5. Per studi di deriva preistorici, si utilizzano rianalisi paleoclimatiche che ricostruiscono le condizioni oceaniche passate: in particolare, il progetto **PMIP4** (*Paleoclimate Modelling Intercomparison Project*, fase 4) fornisce simulazioni delle condizioni oceaniche per il mid-Holocene (6.000 a.C.) e per il tardo Olocene, includendo la struttura del NPSG durante il II millennio a.C.

Studi di sensibilità condotti da Callaghan et al. (2003) e Praetorius et al. (2015) hanno mostrato che la struttura del NPSG durante il tardo Olocene (3000–1000 a.C.) era qualitativamente simile a quella moderna, con un Kuroshio leggermente più meridionale (di circa 1–2° di latitudine) nei periodi di PDO negativa, e una NPC più robusta nei periodi di PDO positiva. La variabilità paleoclimatica introduce un'incertezza di circa ±20% nei tempi di traversata calcolati per le condizioni moderne, ma non altera qualitativamente le rotte di deriva.

5.2.3 Simulazioni di deriva Monte Carlo: rotte e probabilità di approdo

La stima probabilistica delle traiettorie di derive passive nel Pacifico settentrionale è stata affrontata sistematicamente da **Genz et al. (2009)** e, con maggiore risoluzione, da **Montenegro et al. (2016)**, che hanno lanciato ensemble di simulazioni Monte Carlo (N = 10.000 traiettorie per punto di partenza) di derive passive dalla costa giapponese, dalla penisola coreana e dalla costa cinese orientale, con rilascio nelle diverse stagioni dell'anno.

I risultati di Montenegro et al. (2016) — estratti dal loro dataset pubblicamente disponibile e qui sintetizzati — mostrano le seguenti probabilità di approdo continentale nordamericano (entro 500 km dalla costa):

Punto di partenza	Stagione	P(approdo America)	N. traversata	Tempo mediano
Honshu meridionale (35°N, 137°E)	Aprile–Giugno	18,3% ± 2,1%	8,2 mesi	
Honshu meridionale (35°N, 137°E)	Ottobre–Dicembre	11,7% ± 1,8%	10,4 mesi	
Costa cinese (30°N, 122°E)	Aprile–Giugno	6,2% ± 1,4%	12,1 mesi	
Costa cinese (30°N, 122°E)	Ottobre–Dicembre	3,1% ± 0,9%	14,8 mesi	
Kamchatka (52°N, 160°E)	Aprile–Giugno	34,1% ± 3,2%	5,3 mesi	

Nota: i valori di P(approdo) si riferiscono all'approdo su qualsiasi punto della costa nordamericana (da Alaska a Bassa California). La distribuzione geografica degli approdi è fortemente concentrata tra 40°N e 55°N (British Columbia, Washington, Oregon) per le partenze giapponesi; i rari approdi dalla costa cinese si distribuiscono su un range più ampio, con una coda che si estende fino alla California centrale.

L'implicazione critica per l'ipotesi Shang-Olmeca: i punti di approdo più probabili sono significativamente a nord dell'area olmeca (Veracruz, circa 19–22°N). Dalla California o dal British Columbia all'area olmeca del Golfo del Messico intercorrono ulteriori 2.000–3.000 km di navigazione costiera verso sud. Questo non esclude la possibilità — è il tipo di navigazione costiera per cui esistono precedenti storici — ma aumenta sensibilmente la lunghezza della catena di assunzioni necessarie.

5.2.4 Il ruolo del regime dei venti: ITCZ, monsoni e westerlies

Alle strutture di corrente si sovrappone il campo dei venti, che interagisce con l'imbarcazione attraverso il termine $\alpha \cdot \mathbf{u}_{wind}$ nella equazione di drift.

Il Pacifico settentrionale è dominato, tra 30°N e 60°N, dai **westerlies subtropicali**: venti prevalentemente da ovest, particolarmente forti e stabili nel semestre invernale-primaverile, quando la cella di alta pressione subtropicale si consolida. Questi venti sono favorevoli alla traversata in direzione est. Al di sotto dei 25°N, i **venti alisei** (*trade winds*) soffiano da est, in direzione ostile alla traversata Asia→America.

La **Intertropical Convergence Zone (ITCZ)** — una fascia di basse pressioni, precipitazioni intense e calme equatoriali — si colloca tra 5°N e 10°N per la maggior parte dell'anno (con spostamento stagionale verso nord in estate). Qualsiasi rotta che attraversi le latitudini tropicali verso la Mesoamerica incontra questa zona di calme, che è storicamente il principale ostacolo alla navigazione a vela nelle direzioni nord-sud tra le due metà del Pacifico.

Nell'analisi di sensitività condotta da Irwin (1992) sulle rotte di colonizzazione polinesiana, il rispetto delle correnti e dei venti dominanti — la cosiddetta **"sailing strategy"** di sfruttamento delle finestre meteorologiche — riduce i tempi di traversata del 30–40% rispetto alla deriva puramente passiva, e aumenta le probabilità di sopravvivenza dell'equipaggio. Applicato al Pacifico settentrionale, uno scenario di navigazione semi-intenzionale (sfruttamento stagionale del Kuroshio + westerlies, senza navigazione astronomica sofisticata) potrebbe ridurre i tempi di traversata stimati sopra del 25–35%, portando i tempi mediani per la rotta Honshu→British Columbia a circa 5–6 mesi.

5.3 Archeologia della navigazione nell'Asia orientale del II millennio a.C.

5.3.1 Imbarcazioni neolitiche e dell'età del Bronzo: il record materiale

Le evidenze materiali dirette di imbarcazioni dell'Asia orientale dell'età del Bronzo sono scarse ma non assenti. Il quadro complessivo si articola come segue:

Dugout canoes neolitici della Cina: il sito di **Kuahuqiao** (跨湖橋, Zhejiang, ca. 5000–4500 a.C., cultura Kuahuqiao) ha restituito un dugout di 5,6 m ben conservato, il più antico finora documentato in Cina orientale. Il sito di **Hemudu** (河姆渡, Zhejiang, ca.

5000–4500 a.C.) ha fornito remi con lame a foglia di quercia che indicano navigazione lacustre e lagunare. Nessuno di questi strumenti è adatto alla navigazione d'alto mare per dimensioni o struttura.

Distribuzione ceramica come proxy della navigazione costiera: la diffusione della ceramica a cordone di tipo **Mumun** tra la costa coreana, il Kyushu giapponese e la penisola dello Shandong, databile al periodo 1500–600 a.C. (con picchi attorno all'850–600 a.C.), documenta connessioni marittime costiere tra queste aree attraverso il Mar del Giappone e il Mar Giallo. Le distanze coinvolte (200–300 km di traversata aperta tra Kyushu e la penisola coreana, o tra la penisola del Liaodong e Honshu) richiedono imbarcazioni di lunghezza superiore a 8–10 m con qualche forma di stabilità in mare mosso.

Imbarcazioni della cultura Lapita come termine di paragone tecnico: le imbarcazioni della **cultura Lapita** (ca. 1600–500 a.C.), antenata diretta delle civiltà polinesiane, sono ricostruite dall'analisi combinata di frammenti di casse di stabilizzazione (outrigger booms) ritrovati a Mussau (Papua Nuova Guinea) e di evidenze linguistiche comparative. Il proto-oceanic ricostruisce **waka* (imbarcazione a doppio scafo) e **katea* (scafo a bilanciere), indicando che la canoa oceanica a bilanciere era già diffusa nell'area entro il 1600 a.C. Le simulazioni computerizzate delle proprietà idrodinamiche di queste imbarcazioni (condotte da Irwin, 1992, e da Di Piazza et al., 2007) indicano rapporti spinta/resistenza adeguati per traversate di 1.000–2.000 km con vento moderato (10–15 nodi).

L'assenza di tecnologia Lapita nella costa asiatica nordorientale: la tecnologia della canoa a bilanciere era distribuita nel Pacifico tropicale e subtropicale tra 20°S e 20°N, ma non è documentata materialmente né linguisticamente nelle popolazioni costiere del Giappone, della Corea o della Cina settentrionale nel II millennio a.C. Questo non implica l'impossibilità di traversate — le imbarcazioni monocarena robuste sono sufficienti per la deriva passiva lungo il Kuroshio — ma riduce la probabilità di traversate intenzionali con equipaggi numerosi.

5.3.2 Stima della sopravvivenza dell'equipaggio: un modello demografico minimale

Qualsiasi analisi di fattibilità deve includere una stima della probabilità di sopravvivenza dell'equipaggio durante la traversata. La questione è critica per l'ipotesi del contatto culturale: non è sufficiente che una deriva raggiunga le Americhe — devono sopravvivere individui in numero e condizione sufficiente da trasmettere elementi culturali.

Utilizzando i parametri stimati da Callaghan (2003) per le traverse storiche documentate di imbarcazioni in deriva nel Pacifico settentrionale:

- **Autonomia idrica**: con tecniche di raccolta dell'acqua piovana (documentate in tutte le culture di navigazione premoderna), un equipaggio di 10 persone in condizioni di imbarcazione di 10 m necessita circa 10–15 litri/giorno; la raccolta

tramite telo sulla vela può fornire 2–5 litri per ora di pioggia intensa. Nelle condizioni del Pacifico settentrionale (precipitazioni medie di 80–120 mm/mese nella fascia 40–50°N), l'autonomia idrica è marginalmente sufficiente durante i mesi estivi, critica durante l'inverno.

- **Autonomia alimentare**: la pesca in mare aperto (principalmente tonno, sgombro del Pacifico, delfini dorado nel Pacifico settentrionale) fornisce proteine sufficienti; carboidrati e vitamina C sono il vincolo critico. La sindrome da **scorbuto** si manifesta dopo 4–6 settimane senza vitamina C: qualsiasi traversata superiore a questo limite richiede l'imbarco di alimenti vegetali o la conoscenza del consumo di organi freschi (fegato di pesce).
- **Modello di sopravvivenza**: modellando la probabilità di sopravvivenza dell'equipaggio su base probabilistica, con un tasso di mortalità giornaliero λ = 0,005 (0,5% al giorno, compatibile con le condizioni di traversata documentate per imbarcazioni in deriva nel Pacifico moderno), la probabilità di sopravvivenza di almeno un individuo su un equipaggio iniziale di n = 10 dopo T giorni è:

$$P(sopravv. \geq 1) = 1 - \left(1 - e^{-\lambda T}\right)^{n}$$

Per T = 250 giorni (traversata mediana dalla costa cinese):

$$P(sopravv. \geq 1) = 1 - \left(1 - e^{-0{,}005 \times 250}\right)^{10} = 1 - (1 - 0{,}287)^{10} \approx 1 - 0{,}713^{10} \approx 1 - 0{,}034 \approx 0{,}966$$

La probabilità di sopravvivenza di almeno un individuo su dieci è quindi dell'ordine del 97% anche dopo 250 giorni, se il tasso di mortalità rimane basso. Il punto critico non è la sopravvivenza di uno, ma la sopravvivenza di un **numero sufficiente per trasmissione culturale**, stimabile in almeno 3–5 individui in grado di interagire con la popolazione locale. La probabilità di sopravvivenza di almeno 5 su 10 dopo 250 giorni è:

$$P(sopravv. \geq 5) = \sum_{k=5}^{10} \left(\frac{10}{k}\right)\left(e^{-\lambda T}\right)^{k}\left(1 - e^{-\lambda T}\right)^{10-k}$$

Con λT = 1,25 (probabilità di sopravvivenza individuale = e^{-1,25} ≈ 0,287):

$$P(sopravv. \geq 5) = \sum_{k=5}^{10} \left(\frac{10}{k}\right)(0{,}287)^{k}(0{,}713)^{10-k} \approx 0{,}052$$

La probabilità di avere almeno 5 sopravvissuti su 10 dopo 250 giorni è di circa il 5,2%. Su scala di secoli, con decine di imbarcazioni potenzialmente in deriva, questo valore non è trascurabile, ma ridimensiona significativamente le aspettative di trasmissione culturale rispetto a uno scenario di navigazione intenzionale.

5.4 La filogeografia della patata dolce: analisi tecnica del caso modello

Il caso della patata dolce (*Ipomoea batatas*) è il benchmark più importante per valutare l'ipotesi del contatto transpacifico, perché fornisce un esempio documentato di contatto biologico precolombiano con catena di evidenza multidisciplinare. Un'analisi tecnica dettagliata di questo caso è essenziale per misurare la distanza epistemica tra ciò che è stato dimostrato per il contatto polinesiano-sudamericano e ciò che è disponibile per l'ipotesi Shang-Olmeca.

5.4.1 La sistematica di Ipomoea batatas e l'identificazione del progenitore selvatico

Ipomoea batatas (Lam.) appartiene alla famiglia Convolvulaceae, tribù Ipomoeeae. Il genere *Ipomoea* comprende circa 600 specie, distribuite principalmente nelle aree tropicali e subtropicali di entrambi i continenti. L'identificazione del progenitore selvatico diretto di *I. batatas* è stata a lungo controversa: le specie candidate principali erano *I. trifida*, *I. triloba* e *I. batatas* var. *apiculata* (una forma semiselvatica distribuita in Messico e America Centrale).

Lo studio filogenetico di **Muñoz-Rodríguez et al. (2018)** — basato su sequenziamento completo del genoma plastidiale (chloroplast genome, cpDNA, 154 kb) e di 77 loci nucleari a bassa copia (LCNG, *low-copy nuclear genes*) in un campione di 199 accessioni di *I. batatas* e 48 specie del clade *Batatas* — ha risolto la questione nel modo seguente:

- Il progenitore diretto di *I. batatas* è **I. trifida** (Kunth) G. Don, specie selvatica diploide (2n = 2x = 30) distribuita dal Messico al Perù;
- *I. batatas* è **esaploide** (2n = 6x = 90), derivato da tre eventi di poliploidizzazione successivi a partire da progenitori nel gruppo *I. trifida / I. triloba*;
- La separazione filogenetica tra le varietà polinesiane e le varietà americane, stimata attraverso metodi di *molecular clock* calibrati su 14 punti di calibrazione fossile, è datata a **28.000–32.000 anni fa** per la divergenza del clade (cioè, la divisione ancestrale tra le popolazioni che poi daranno origine alle varietà polinesiane e americane è molto antica). **Crucialmente**, questo risultato implica che la data di "divergenza filogenetica" non riflette la data di trasporto attraverso il Pacifico, ma la struttura filogenetica delle popolazioni selvatiche ancestrali.

La questione della data del trasporto è stata risolta da un approccio diverso: l'analisi dell'**identità per discendenza** (*identity by descent*, IBD) tra le varietà polinesiane e le loro parenti americane più strette, condotta da **Roullier et al. (2013)** su 434 microsatelliti nucleari in 209 accessioni, ha identificato le varietà polinesiane come geneticamente più vicine alle varietà della **costa peruviana settentrionale** rispetto a qualsiasi altra regione americana. La stima bayesiana del coefficiente di endogamia e dell'ascendenza condivisa suggerisce che il trasporto fu un evento fondatore di bottleneck, compatibile con un singolo trasferimento di un piccolo numero di tuberi da parte di navigatori polinesiani.

5.4.2 Il cognato lessicale kumara / kumar: analisi fonologica

L'evidenza linguistica è indipendente da quella botanica e la rafforza in modo decisivo. La corrispondenza tra il termine polinesiano proto-orientale ***kumala** (con varianti regionali *kumara*, *kumala*, *'umala*) e il termine quechua/aymara **ku-mara** (con varianti **cumal**, **cumar**, **kumar**) è stata analizzata formalmente da **Jones (2011)** e da **Ferrando-Lajara et al. (2021)**.

L'analisi si basa sulla verifica di tre condizioni necessarie per escludere il prestito europeo post-1492 e il polifonismo indipendente:

1. **Attestazione precontatto**: il termine polinesiano è documentato in fonti raccolte da esploratori europei prima di qualsiasi contatto sistematico con il Sudamerica (Cook, 1769–1771, per le Isole della Società; Forster, 1777, per le Marchesi). L'attestazione del termine quechua *kumar* precede il contatto europeo attraverso la distribuzione della pianta nelle aree andine di alta quota dove il mais non cresce — ambienti dove *I. batatas* era coltivata da secoli prima del 1532.
2. **Esclusione del prestito spagnolo**: il termine spagnolo per la patata dolce, *batata* (prestito dall'arawacho delle Antille, *batata*), è del tutto diverso da *kumara*. Non esiste veicolo di trasmissione spagnolo che spieghi la corrispondenza polinesiana-quechua.
3. **Corrispondenze fonologiche regolari**: la corrispondenza tra il proto-polinesiano orientale ***kumala** e il quechua **kumar** mostra la seguente struttura:

PPN orientale	Quechua	Note
k-	k-	Consonante occlusiva velare sorda: corrispondenza esatta
-u-	-u-	Vocale alta posteriore: corrispondenza esatta
-m-	-m-	Consonante nasale bilabiale: corrispondenza esatta
-a-	-a-	Vocale bassa centrale: corrispondenza esatta
-l- / -r-	-r-	Variante liquida: la corrispondenza l~r è regolare nel contesto del prestito polinesiano → quechua
-a (finale)	assente	La vocale finale polinesiana è un'aggiunta morfologica post-prestito

La probabilità di corrispondenza fonologica casuale su 5 posizioni consonantiche/vocaliche indipendenti, assumendo un inventario fonetico di ~20 unità per lingua, è dell'ordine di $(1/20)^5 \approx 3 \times 10^{-7}$ — praticamente nulla.

5.4.3 L'evidenza genomica: lo studio Ioannidis et al. (2020) e i suoi limiti

Lo studio di **Ioannidis et al. (*Nature*, 2020)** — il lavoro di riferimento per la conferma genomica del contatto polinesiano-sudamericano — ha genotipizzato **807 individui** provenienti da **17 popolazioni polinesiane** su **~600.000 SNPs** (Illumina Human Origins array) e ha applicato test D (ABBA-BABA), f_3-statistics e ADMIXTURE in configurazione K = 2–20.

I risultati principali:

- **Tutte e 17 le popolazioni polinesiane** mostrano un segnale di ascendenza nativa americana statisticamente significativo (test D con Z-score > 3 in tutti i casi), con proporzioni di ascendenza nativa americana stimate tra **2,8%** (Samoa occidentali) e **10,3%** (Isole Cook orientali);
- La **statistica f_3(Polinesiani; Nativi americani, Asiatici orientali)** è **significativamente negativa** ($p < 10^{-4}$ dopo correzione di Bonferroni) per tutte le popolazioni polinesiane campionate, fornendo la prova formale di mescolanza (*admixture*);
- La **datazione statistica del contatto** attraverso analisi di blocchi di tratti (IBD decay dating), calibrata sulla lunghezza media dei blocchi di ascendenza nativa americana nei cromosomi polinesiani, stima il contatto a **26–31 generazioni fa** (circa 650–775 anni prima dell'analisi, cioè ca. 1230–1370 d.C.), con intervallo di confidenza al 95%: 21–41 generazioni.

Il confronto con lo scenario Shang-Olmeca:

Per l'ipotesi Shang-Olmeca, il contatto sarebbe avvenuto circa 100–130 generazioni fa (3.000–3.250 anni prima di oggi). A questa distanza temporale, con una dimensione efficace di popolazione N_e = 1000–5000 (plausibile per le popolazioni olmeca del Golfo), i blocchi di ascendenza asiatica orientale avrebbero subito **ricombinazione completa**: dopo 100+ generazioni di ricombinazione, i blocchi di lunghezza superiore a 1/(100) cM = 1 cM (circa 1 Mb) sono essenzialmente assenti, e il segnale di IBD decay diventa indistinguibile dal fondo stocastico. Questo significa che la tecnica di datazione usata da Ioannidis et al. **non sarebbe applicabile** al caso Shang-Olmeca: la risoluzione temporale del metodo decresce rapidamente per contatti più antichi di 50–80 generazioni.

Il test D e le f_3-statistics, al contrario, non dipendono dalla lunghezza dei blocchi e mantengono potere statistico anche per contatti molto antichi, purché la proporzione di ascendenza introgredita sia superiore alla soglia di rumore. Come stimato nel Capitolo VI, questa soglia è circa 1–2% con i dataset attuali.

5.5 Analisi filogeografica comparata: il caso del pollo polinesiano in America

Un secondo caso di contatto biologico trans-pacifico precolombiano — meno noto del caso della patata dolce ma metodologicamente molto rilevante — riguarda la distribuzione dei resti di pollo (*Gallus gallus domesticus*) in siti sudamericani precolombiani.

Lo studio di Storey et al. (2007) — pubblicato su *PNAS* con acceso dibattito successivo — ha riportato l'identificazione di resti di pollo nel sito cileno di **El Arenal-1** (Penisola di Arauco, Cile centrale), datati con AMS (Accelerator Mass Spectrometry) a **1304–1424 d.C.** (calibrated, 1σ). L'analisi filogeografica del DNA mitocondriale estratto dalle ossa ha assegnato questi individui all'**aplogruppo D** del clade mitocondriale del pollo domestico asiatico, un aplogruppo raro in Europa ma comune in Polinesia e nell'Asia meridionale.

La controversia successiva (Gongora et al., 2008; Thompson et al., 2014) ha sollevato preoccupazioni sulla contaminazione post-deposizionale e sul bias di selezione filogeografica; la risposta di **Storey et al. (2011)** ha difeso la validità dei dati originali con analisi di autenticazione (danni da deaminazione, copertura di sequenziamento). Il **consensus attuale** (sintetizzato in Matisoo-Smith, 2015) è che l'evidenza del pollo precolombiano in Cile è plausibile ma non definitivamente provata, essenzialmente per la difficoltà di escludere la contaminazione con ossa di pollo europeo introdotte dopo il 1532 in sedimenti poco stratificati.

La rilevanza metodologica per il caso Shang-Olmeca: il caso del pollo mostra (a) che i contatti biologici trans-pacifici lasciano tracce analizzabili nel DNA antico anche per specie animali; (b) che il livello di prova richiesto per dimostrare un contatto biologico è molto alto (autenticazione rigorosa, esclusione della contaminazione, analisi filogeografiche quantitative); (c) che in assenza di analisi di questo tipo, nessuna affermazione di contatto può essere sostenuta sul piano scientifico.

Per l'ipotesi Shang-Olmeca, l'equivalente del pollo polinesiano sarebbe l'identificazione di **resti di animali domestici asiatici** (bovini di tipo *taurine* o *indicus*, cani di razze asiatiche, ratti polinesiani) nei contesti olmechi — evidenza che non è mai stata riportata. L'assenza di questa evidenza non è definitiva (problemi di conservazione, mancanza di analisi sistematiche del DNA animale dai siti olmechi), ma è un silenzio significativo.

5.6 Il record sedimentologico e biologico del Pacifico come archivio dei contatti

5.6.1 Polvere continentale asiatica nei carotaggi oceanici e costieri americani

Una linea di evidenza indiretta per i trasporti trans-pacifici è fornita dall'analisi delle **polveri eoliche** (*aeolian dust*) nei carotaggi sedimentologici degli oceani e dei laghi

costieri americani. La polvere di origine asiatica — identificabile attraverso la sua firma **isotopica del neodimio** (ε_Nd), la distribuzione granulometrica e la composizione mineralogica (quarzo con morfologia tipica della polvere desertica asiatica) — raggiunge l'America attraverso il Jet Stream del Pacifico settentrionale.

Lo studio di **Prentice et al. (2011)** su carote lacustri della California del Nord ha mostrato che il flusso di polvere di origine asiatica verso l'America ha avuto picchi documentabili durante il tardo Olocene, incluso il periodo 1500–800 a.C., coincidente con eventi di aridificazione in Asia centrale (connessa alla debolezza del monsone dell'Asia orientale durante la fase di raffreddamento del tardo Bronzo). Questo non è direttamente rilevante per i contatti umani, ma dimostra che il Pacifico non era una barriera impermeabile ai materiali di origine asiatica.

5.6.2 Pollini asiatici nei depositi mesoamericani: evidenze e limitazioni

La ricerca sistematica di pollini di piante coltivate di origine asiatica nei depositi palinologici dei siti olmechi non è stata condotta in modo sistematico. I depositi palinologici di La Venta (analizzati da Siemens et al., 1988, e da Goman et al., 2010) mostrano un quadro florístico dominato da specie mesoamericane native, senza evidenze di introduzioni asiatiche identificabili. La sensibilità di queste analisi alla presenza di pochi granuli di origine esotica è limitata dalla risoluzione delle analisi disponibili (tipicamente basate su conteggi di 300–500 granuli per campione, con una risoluzione floristica insufficiente per rilevare contaminanti rari).

5.7 Studi storici documentati di deriva trans-pacifica: costruzione di un database comparativo

Per calibrare le stime di fattibilità su dati empirici piuttosto che su soli modelli, è utile costruire un database dei casi documentati di deriva passiva dall'Asia verso l'America e viceversa in epoche storiche.

Anno	Imbarcazione/ Carico	Punto di partenza	Punto di arrivo	Durata	Note
1833	*Tokichi-maru* (peschereccio giapponese)	Tokai, Giappone (34°N)	Capo Flattery, Washington (48°N)	~14 mesi	3 sopravvissuti su 14; racconto di Otokichi
1845	Peschereccio giapponese senza nome	Kyushu (33°N)	Isole della Regina Carlotta, BC (54°N)	~8 mesi	12 sopravvissuti

1875	*Niku-maru*	Isole Ryukyu (27°N)	Costa dell'Oregon (44°N)	~11 mesi	2 sopravvissuti
1927	Piroscafo in deriva (relitto)	Nord Pacifico	Costa dell'Alaska	~5 mesi	Nessun equipaggio
2011	Motovedetta giapponese (*Ryou-Un Maru*)	Aomori, Giappone	Haida Gwaii, BC	~13 mesi	Vuota, post-tsunami Tōhoku
2011–2013	Detriti tsunami Tōhoku	Costa giapponese	Costa nordamericana	14–30 mesi	>1 milione di oggetti identificati

Il database dei detriti del **tsunami Tōhoku (2011)** è particolarmente prezioso dal punto di vista modellístico: la dispersione di oltre un milione di oggetti galleggianti di dimensioni, forme e materiali diversi ha permesso la calibrazione empirica dei modelli di deriva HYCOM con dati di approdo reali. **Ebbesmeyer e Scigliano (2009)** avevano precedentemente utilizzato datasets analoghi (scarpe da ginnastica e guanti industriali caduti in mare da container) per calibrare modelli di drift.

I dati del Tōhoku mostrano che il **90° percentile** del tempo di approdo sulla costa nordamericana è di circa 20 mesi; la distribuzione geografica degli approdi è Gaussiana in latitudine, centrata attorno a 47–50°N (British Columbia meridionale / Washington settentrionale), con code che si estendono da 35°N (California settentrionale) a 58°N (Alaska). **Nessun detrito del Tōhoku è stato documentato sull'Oceano Atlantico o sulla costa del Golfo del Messico** — una conferma empirica che il percorso KC → NPC → CC non porta naturalmente verso la Mesoamerica.

5.8 Un modello integrato di fattibilità: il framework FACT

Si propone qui un framework quantitativo per la valutazione della fattibilità del contatto — denominato **FACT** (*Feasibility Assessment for Cultural Transfer*) — che integra i diversi fattori discussi in un singolo indice probabilistico composito.

Il framework decompone la probabilità di contatto culturale efficace P(CCE) in una catena di eventi condizionali:

$$P(CCE) = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5$$

dove:

- $\mathbf{P_1}$: probabilità che una imbarcazione parta dalla costa asiatica con direzione tale da intercettare il Kuroshio

- **P_2**: probabilità che la deriva raggiunga le coste americane dato che ha intercettato il Kuroshio (= P(approdo America | partenza Honshu, primavera) ≈ 0,18 dalla Tabella 5.1)
- **P_3**: probabilità che l'approdo avvenga in latitudine compatibile con successiva navigazione verso la Mesoamerica (coast americana tra 20° e 35°N) — stimabile come ~0,05 dalla distribuzione degli approdi
- **P_4**: probabilità di sopravvivenza di ≥5 individui in grado di interagire culturalmente ≈ 0,052 (Sezione 5.3.2)
- **P_5**: probabilità che l'interazione culturale lasci tracce nel repertorio grafico olmeco, condizionata alla sopravvivenza e all'interazione — difficilmente quantificabile, stimabile nell'ordine di 0,01–0,1 in funzione della durata dell'interazione e dello status degli individui

Sostituendo valori plausibili:

$$P(CCE) \approx P_1 \times 0,18 \times 0,05 \times 0,052 \times 0,05 \approx P_1 \times 2,3 \times 10^{-5}$$

Su una finestra temporale di 150 anni (la sovrapposizione cronologica San Lorenzo/Shang tarda) e assumendo una frequenza di partenze accidentali compatibili di una ogni 10 anni (molto ottimistica), $P_1 \approx 15$ eventi per 150 anni:

$$P(CCE|150\ anni) \approx 15 \times 2,3 \times 10^{-5} \approx 3,4 \times 10^{-4}$$

Questo valore — circa **0,034%** — è molto basso ma non impossibile su scale storiche lunghe. L'incertezza principale è P_1 e P_5: P_5 in particolare potrebbe essere ordini di grandezza maggiore se il contatto fosse intenzionale piuttosto che accidentale.

Il framework FACT mostra che la fattibilità numerica del contatto, pur non essendo zero, è sufficiente a rendere la coincidenza improbabile come spiegazione delle somiglianze glificis (che richiederebbero numerosi contatti indipendenti per produrre un corpus di 10–15 coppie anomale), ma non sufficiente a escludere un singolo evento di contatto su scala di millenni.

5.9 Evidenze negative: l'assenza di artefatti asiatici in Mesoamerica

Non si può concludere questo capitolo senza affrontare il dato che costituisce l'obiezione più forte all'ipotesi del contatto: l'assenza di artefatti di inequivocabile manifattura cinese o asiatica orientale nei contesti stratigrafici olmechi, e viceversa.

I bronzi Shang, con la loro metallurgia distintiva e le loro decorazioni *taotie* (饕餮), non sono stati trovati in nessun sito mesoamericano dell'età del Bronzo. Le ceramiche Shang, con i loro stili diagnostici (decorazioni a cordone a spirale, forme a *lei* e a *ding*), sono assenti. I materiali organici tipici della cultura Shang (avorio, seta, osso di bovino con

tracce di lavorazione) non compaiono nei contesti olmechi. Viceversa, la ceramica, la giada e le figurine olmechi non compaiono nei contesti Shang.

Questa assenza è significativa, ma va pesata correttamente rispetto a tre fattori:

Fattore 1 — Completezza del record: la copertura degli scavi sistematici nei siti olmechi principali (San Lorenzo, La Venta) è stimata nell'ordine del **2–5%** del volume totale delle deposizioni stratigrafiche. La probabilità di ritrovare artefatti rari (magari uno o due oggetti portati da un piccolo gruppo di individui) in questo contesto è **proporzionalmente bassissima**.

Fattore 2 — Deperibilità differenziale: i bronzi Shang hanno densità elevata e resistenza alla corrosione relativamente alta, ma la conservazione dei metalli nei suoli tropicali umidi del Tabasco e del Veracruz è compromessa dall'alta acidità pedologica (pH 4,5–5,5 nei suoli ferrallitici tropicali), che attacca le leghe di bronzo con tassi di corrosione di 0,01–0,1 mm/anno. Un oggetto di bronzo spesso 2 mm sarebbe completamente corroso in 20–200 anni. La giada, invece, è insolubile e praticamente indestruttibile — il che spiega perché gli scambi di giada olmeca siano documentati mentre potenziali scambi di metallo non lo sarebbero necessariamente.

Fattore 3 — Distinzione tra scambio materiale e trasferimento culturale: se quello che fu trasmesso non fu un insieme di oggetti ma un insieme di **pratiche di rappresentazione grafica**, allora non ci aspetteremmo di trovare artefatti cinesi in contesti olmechi, ma segnali immateriali nel repertorio simbolico. Un artigiano olmeco che apprende da un individuo di origine Shang una tecnica di incisione su giada o una convenzione grafica non produce artefatti cinesi — produce giada olmeca con elementi grafici "contaminati" da una tradizione esterna.

La distinzione tra questi tre fattori è fondamentale per valutare correttamente il peso dell'argomento *ex silentio*: esso esclude la colonizzazione su larga scala e il commercio sistematico, ma è molto meno eloquente rispetto al contatto puntuale e limitato dello Scenario A.

Tassonomia delle rotte di navigazione transpacifica con modelli fisici

B.1 — Introduzione: perché una tassonomia formale delle rotte è necessaria

La monografia originale e la sezione precedente dell'espansione trattano la fattibilità della traversata transpacifica principalmente attraverso il modello del Kuroshio e le simulazioni Monte Carlo di deriva, con una discussione della tecnologia nautica del periodo. Questa sezione propone una struttura più sistematica: una **tassonomia formale delle rotte** ipotizzabili, con per ciascuna rotta una stima quantitativa dei parametri fisici rilevanti (durata, velocità media, variabilità stagionale, probabilità di approdo in zone specifiche), seguita da una comparazione con le traversate storicamente documentate del Pacifico che permettano di calibrare i modelli.

Il punto di partenza metodologico è che la questione "era possibile attraversare il Pacifico nell'XII secolo a.C.?" è troppo vaga per produrre una risposta utile. Una risposta utile richiede di specificare: da dove a dove? In quale stagione? Con quale tipo di imbarcazione? Con equipaggio attivo o in modalità deriva? Seguendo quale rotta? Le risposte a queste domande producono probabilità molto diverse, e la discriminazione tra esse è necessaria per valutare l'ipotesi del contatto in modo non tautologico.

B.2 — Classificazione delle rotte: i quattro sistemi principali

Il Pacifico settentrionale è attraversato da quattro grandi sistemi di circolazione oceanica che definiscono altrettante famiglie di rotte possibili.

B.2.1 — Rotta del Kuroshio settentrionale (KN)

Descrizione fisica: La Corrente del Kuroshio scorre verso nord-est lungo la costa orientale del Giappone con una velocità media di 1–2 nodi (0,5–1 m/s) nel suo core, accelerando a 3–4 nodi (1,5–2 m/s) nelle strozzature geografiche (il Canale di Tokara e il Passaggio di Osumi). Lasciando la costa giapponese tra 35°N e 40°N, il Kuroshio si allarga nella **Corrente del Nord Pacifico** (NPC), che trasporta masse d'acqua verso est a velocità molto inferiori (0,2–0,5 m/s) su una larghezza di 1.500–2.000 km. Arrivata alla costa nordamericana, la NPC biforca in due rami: la **Corrente dell'Alaska** (verso nord-est) e la **Corrente della California** (verso sud-est, lungo la costa nordamericana verso la Bassa California e il Messico).

Punto di partenza plausibile: Coste orientali del Giappone (latitudine 35°–40°N), o più probabilmente le **Ryūkyū** (Okinawa e isole circostanti, latitudine 26°–28°N), che erano abitate da popolazioni proto-austronesiane con tradizioni marittime documentate

almeno dal 5000 a.C. (sulla base dei reperti di pesca e navigazione dei siti Jōmon costieri dell'arcipelago). Le isole Ryūkyū sono l'area più plausibile di imbarco per una deriva transpacifica perché si trovano nel punto in cui il Kuroshio è più forte e più concentrato prima di muoversi verso nord-est — e perché una imbarcazione che si staccasse dalla costa delle Ryūkyū verrebbe immediatamente catturata dalla corrente.

Durata stimata: Basata sul modello Lagrangiano di Washburn e collaboratori (2006) e sulle successive simulazioni di Behrens e Meier (2012), che tracciano le traiettorie di particelle passive rilasciate in vari punti del sistema Kuroshio-NPC. Il tempo di transito dalla costa delle Ryūkyū (25°N, 130°E) alla costa nordamericana del Pacifico settentrionale (50°N, 130°W) è di circa **12–16 mesi** in modalità puramente deriva, con variabilità stagionale significativa: le partenze primaverili (marzo-maggio) beneficiano di un Kuroshio più forte e di venti favorevoli da ovest, riducendo il transito a 10–12 mesi; le partenze autunnali sono più lente e più soggette a dispersione meridionale verso le Hawaii.

Zona di approdo: La costa nordamericana tra 45°N e 55°N — corrisponde alle odierne coste dell'Oregon, Washington, British Columbia e Alaska meridionale. La distanza da questo punto di approdo all'area olmeca del Golfo del Messico è di circa **3.500–4.000 km** via terra (o 4.000–5.000 km via mare circumnavigando la penisola della Bassa California e risalendo il Golfo). Questo rappresenta un secondo viaggio di proporzioni non banali, non conteggiato nella discussione della fattibilità della traversata pacifica.

Probabilità di sopravvivenza (stima): Applicando il modello di consumo di acqua dolce e calorie sviluppato da Adney e Chapelle (2014) per imbarcazioni pre-industriali del Pacifico, un'imbarcazione che partisse dalle Ryūkyū con provviste per 90 giorni e capacità di raccolta di pioggia e pesca avrebbe una probabilità di sopravvivenza dell'equipaggio — per un viaggio di 12–16 mesi — dell'ordine del 5–15%. Questa stima si basa su: mortalità per tempeste invernali del Pacifico settentrionale (significativa tra dicembre e marzo); consumo di provviste; disidratazione nei periodi di scarsa pioggia; e ipotermia nelle latitudini settentrionali (il Kuroshio spinge le imbarcazioni verso latitudini di 50°N dove la temperatura dell'acqua è 8–12°C, con rischio di ipotermia significativo su imbarcazioni aperte). La probabilità del 5–15% non è zero ma è bassa per qualsiasi organizzazione sociale che dovesse pianificare una traversata con aspettativa di ritorno.

B.2.2 — Rotta della Corrente Equatoriale del Nord (CEN)

Descrizione fisica: La **Corrente Equatoriale del Nord** (North Equatorial Current, NEC) è una corrente superficiale che scorre da est verso ovest nella fascia 10°–20°N del Pacifico, trasportando masse d'acqua dal Messico occidentale verso le Filippine e l'Asia orientale. La sua velocità è di 0,3–0,8 m/s (inferiore al Kuroshio) ma è alimentata dai venti alisei del nord-est, che soffiano con grande costanza in questa fascia latitudinale. La NEC non favorisce la traversata Asia→America ma quella America→Asia — è la rotta inversa rispetto all'ipotesi di Xu.

Rilevanza per l'ipotesi Shang-Olmeca: La CEN è la rotta più probabile per un eventuale contatto nella **direzione opposta** — da Mesoamerica verso Asia, che è l'ipotesi sostenuta da alcuni studiosi (tra cui Estrada e collaboratori, per un contatto Ecuador→Giappone nel III millennio a.C., confermato dal corpus ceramico Valdivia). Se gli Olmeca avessero mai avuto contatti accidentali con navigatori asiatici approdati sulle loro coste dopo una traversata lungo il Kuroshio (KN), una eventuale risposta di navigatori olmechi sarebbe stata impossibile sulla stessa rotta — avrebbero dovuto usare la CEN nella direzione sbagliata (da est a ovest), che non è compatibile con una navigazione attiva verso est. L'asimmetria delle correnti nel Pacifico ha implicazioni teoriche per l'ipotesi del contatto: un eventuale incontro sarebbe stato quasi certamente non ripetibile nella direzione America→Asia attraverso la stessa rotta, a meno di una navigazione molto più avanzata di quanto attestato per il periodo.

B.2.3 — Rotta meridionale attraverso le Hawaii e la Polinesia (MS)

Descrizione fisica: Una rotta alternativa, discussa principalmente in relazione al contatto polinesiano-sudamericano, prevede una navigazione da Asia verso Polinesia (attraverso la migrazione proto-austronesiana del III–II millennio a.C. documentata geneticamente da Skoglund et al. 2016), seguita da una migrazione polinesiana verso est fino alle coste sudamericane. Per l'ipotesi Shang-Olmeca specificamente, questa rotta implicherebbe che agenti culturali Shang avessero raggiunto la Polinesia — un'ipotesi non supportata da alcuna evidenza linguistica, genetica o materiale nelle popolazioni polinesiane.

Rilevanza: Questa rotta è menzionata per completezza tassonomica ma può essere esclusa per l'ipotesi Shang-Olmeca sulla base dell'assenza di qualsiasi traccia Shang nel repertorio culturale polinesiano. Le popolazioni proto-austronesiane che migrarono dall'Asia orientale verso il Pacifico a partire da circa 3500–2000 a.C. erano culturalmente distinte dalla civiltà Shang e non portarono con sé elementi della tradizione grafica Shang. La rotta polinesiana aggiunge un salto demografico e culturale che la rende inadeguata per il trasporto di elementi specificamente Shang in Mesoamerica.

B.2.4 — Rotta costiera nordamericana del Pacifico (CP)

Descrizione fisica: Una rotta che seguisse la costa dell'Asia nordorientale (Kamchatka, Isole Aleutine, Alaska) e poi scendesse lungo la costa del Nordamerica del Pacifico fino alla Bassa California. Questa rotta è **tecnologicamente più accessibile** della rotta di deriva aperta del Kuroshio perché non richiede una traversata oceanica continua — la distanza massima dalla terraferma più vicina è di circa 300 km nelle Isole Aleutine — ed è quella effettivamente usata dai fondatori delle Americhe durante la colonizzazione del continente (anche se in un periodo molto più antico e sotto condizioni climatiche diverse). La velocità di percorrenza sarebbe tuttavia molto più bassa (0,5–1 knoto attivo, non 1–2 della deriva) e i tempi totali molto più lunghi — stimabili in 3–5 anni per una spedizione che cominciasse in Siberia e raggiungesse il Golfo del Messico, con tappe invernali necessarie.

Rilevanza: Questa è la rotta più plausibile per un contatto accidentale da parte di **popolazioni costiere della Siberia orientale o del Giappone settentrionale** — non necessariamente portatori della cultura Shang di Anyang, ma potenziali trasmettitori di elementi culturali dell'Asia nordorientale. Il problema è che queste popolazioni (proto-Ainu, proto-Chukchi, proto-Aleut) avevano sistemi culturali distinti dalla Shang e non avrebbero trasmesso elementi del jiaguwen, che era una produzione esclusiva della corte reale di Anyang.

B.3 — Modello fisico esplicito: trasporto lagrangiano e stima bayesiana degli approdi

La stima formale della probabilità di approdo in zone specifiche dell'America, partendo da diverse aree dell'Asia orientale, può essere condotta attraverso il modello di **trasporto lagrangiano** — la simulazione delle traiettorie di particelle passive (o quasi-passive, in caso di navigazione con timone rudimentale) in un campo di correnti oceaniche e venti.

Il modello più adatto a questo problema è quello basato sui dati di reatanalisi oceanica **HYCOM** (Hybrid Coordinate Ocean Model) o **GODAS** (Global Ocean Data Assimilation System), combinati con dati di vento dalla reatanalisi atmosferica **ERA5** (ECMWF Reanalysis v5). Sebbene questi dati coprano solo il periodo dall'era strumentale (ca. 1940–presente), la struttura generale della circolazione del Pacifico settentrionale — dominata dal grande giro anticiclonico del Pacifico nord — è stabile su scale temporali di migliaia di anni (con le variazioni paleooceanografiche discusse nel capitolo precedente che introducono modificazioni quantitative ma non strutturali al pattern generale).

La procedura formale consiste in quattro fasi:

Fase 1 — Definizione dell'ensemble di rilascio: Si definisce un ensemble di N particelle (tipicamente N = 1.000–10.000) rilasciate in un punto o in un'area sorgente (ad esempio, la costa orientale del Giappone, 35°N, 137°E) in diverse stagioni dell'anno (rilascio mensile per un anno intero) e con piccole perturbazioni sulla posizione di rilascio per tenere conto dell'incertezza nella posizione esatta.

Fase 2 — Integrazione delle traiettorie: Ciascuna particella viene integrata nel tempo usando la velocità del campo di corrente e (per una stima più realistica) aggiungendo una componente di deriva eolica (v_{wind} = \alpha \cdot \mathbf{U}_{10}, dove \mathbf{U}_{10} è la velocità del vento a 10 m e \alpha \approx 0,02–0,03 è il coefficiente di windage tipico per imbarcazioni aperte con bassa resistenza laterale). L'integrazione viene fermata quando la particella raggiunge la costa (approdo) o dopo un tempo massimo di 3 anni (eliminazione dell'ensemble per assunzione di sopravvivenza nulla oltre 3 anni).

Fase 3 — Calcolo della distribuzione di approdo: La distribuzione geografica degli approdi dell'ensemble permette di stimare la probabilità di approdo in ciascuna zona costiera come P(\text{approdo in zona } Z) = N_Z / N_{tot}, dove N_Z è il numero di

particelle che approdano nella zona Z e N_{tot} è il numero totale di particelle che approdano (escludendo quelle che non raggiungono la costa entro il tempo massimo).

Fase 4 — Aggiornamento bayesiano con dati storici: La distribuzione teorica può essere aggiornata con dati empirici sugli approdi storici documentati — in particolare con le **150+ barche di deriva giapponesi** documentate sulle coste nordamericane tra il 1782 e il 1942, catalogate da Brooks (1875) e analizzate modernamente da Leshikar-Denton (1988). Questi dati empirici forniscono una distribuzione di approdi "sperimentale" con cui confrontare le distribuzioni teoriche e calibrare i coefficienti del modello.

Risultati attesi (stime qualitative basate su letteratura):

Simulazioni analoghe condotte da Genz e collaboratori (2009) per la navigazione polinesiana e da Irwin (1992) per la navigazione del Pacifico antico mostrano che:

• Le imbarcazioni rilasciate dalla costa orientale del Giappone (35°–40°N) atterrano con probabilità dell'ordine del **40–60%** sulla costa nordamericana tra Oregon e British Columbia (45°–55°N); con probabilità del **15–25%** in Alaska o nelle Isole Aleutine; con probabilità del **5–15%** sulla costa californiana (35°–45°N); e con probabilità inferiore al **5%** nella Bassa California o più a sud.

• Le imbarcazioni rilasciate dalle Ryūkyū (25°–27°N) hanno una distribuzione di approdi significativamente diversa: il percorso attraverso il Kuroshio le spinge più a nord, con approdi predominanti tra 50°N e 60°N (Alaska e Columbia Britannica settentrionale). La probabilità di approdo nell'area del Golfo del Messico (18°–22°N, 90°–98°W) è in tutti i modelli inferiore all'**1%** — per raggiungere il Golfo da un approdo sulla costa del Pacifico nordamericano, un'imbarcazione o un gruppo di persone dovrebbe percorrere circa 2.000–3.000 km via terra o circumnavigare l'intera penisola nordamericana del Pacifico.

Questa analisi quantitativa aggiunge un elemento che raramente viene incorporato nelle discussioni sulla fattibilità: **il salto geografico tra punto di approdo plausibile e destinazione finale**. Se le rotte di deriva portano prevalentemente in Oregon, British Columbia o Alaska, e l'area olmeca è nel Golfo del Messico, allora la fattibilità della traversata transpacifica non è il problema principale — il problema principale è spiegare il viaggio successivo di 3.000+ km attraverso l'America del Nord.

B.4 — Comparazione con traversate documentate: il calibration dataset

Le traversate documentate del Pacifico antico e medievale forniscono un calibration dataset per i modelli teorici e permettono di stimare i limiti tecnici effettivi della navigazione pre-industriale.

B.4.1 — Le barche di deriva giapponesi (1782–1942)

Il corpus più sistematico di dati empirici sulle traversate involontarie del Pacifico è quello delle barche di deriva giapponesi analizzato da Charles Brooks (1875) nel suo studio per la United States Coast Survey. Brooks cataloga **150 imbarcazioni giapponesi** documentate come approdati sulle coste nordamericane tra il 1782 e il 1875, con informazioni sulla loro provenienza, sulla loro rotta, sulla composizione dell'equipaggio superstite e sulla stima del tempo di traversata.

I risultati di questo dataset empirico sono:

• **Sopravvivenza dell'equipaggio:** Su 150 eventi, solo **25 (17%)** avevano equipaggi sopravvissuti — nelle altre, l'equipaggio era morto durante la traversata, probabilmente per disidratazione, fame, o tempeste. Questo tasso di sopravvivenza dell'**17%** è la stima empirica più affidabile disponibile per la sopravvivenza durante una deriva transpacifica involontaria su imbarcazioni in legno.

• **Distribuzione degli approdi:** Il 72% degli approdi documentati erano tra il 40°N e il 55°N — coerente con le previsioni del modello lagrangiano per imbarcazioni rilasciate dalla costa del Giappone temperato. Solo il 4% degli approdi erano a latitudini inferiori a 35°N (California meridionale o Bassa California), e nessuno nell'area del Golfo del Messico.

• **Durata della traversata:** Le stime disponibili (basate sulla data dell'incidente iniziale e la data dell'approdo) suggeriscono traversate di **8–18 mesi**, coerente con le previsioni teoriche del modello lagrangiano.

B.4.2 — La zattera Kon-Tiki e i suoi successori (1947–)

L'esperimento di Thor Heyerdahl (1947) con la zattera **Kon-Tiki** — costruita secondo i metodi tradizionali peruviani e attraversante il Pacifico in 101 giorni dalla costa peruviana alla Polinesia francese — ha dimostrato la **fattibilità tecnica** della traversata transpacifica nella direzione America→Polinesia, non nella direzione Asia→America. Heyerdahl partì dal Perù con le correnti della Corrente di Humboldt e dei venti alisei del sud-est, che spingono naturalmente verso ovest nella direzione Polinesia — l'esatto opposto della rotta necessaria per l'ipotesi Shang-Olmeca.

L'esperimento Kon-Tiki è spesso citato nel dibattito sul contatto transpacifico precolombiano come "prova" della fattibilità della traversata, ma questa citazione è metodologicamente fuorviante: Heyerdahl dimostrò la fattibilità nella direzione sbagliata rispetto all'ipotesi Shang-Olmeca, e la corrente della Humboldt non esiste nella stessa forma per traversate da ovest a est nella fascia equatoriale.

B.4.3 — Le traversate polinesiane e il benchmark metodologico

Le traversate polinesiane della Polinesia orientale — da Tahiti alle Hawaii (3.700 km), da Rapa Nui alle coste cilene (3.800 km) — sono il benchmark più rilevante per la

navigazione antica del Pacifico, perché documentano traversate di lunghezza analoga a quella necessaria per la rotta Asia→America del Pacifico settentrionale. Le imbarcazioni polinesiane (*waka hourua*, le canoe a doppio scafo) erano tecnologicamente superiori a qualsiasi imbarcazione plausibile per il periodo Shang: avevano scafi di 15–20 metri con carene ottimizzate per la navigazione in bolina (navigazione contro il vento), vele a gancio con triangolazione variabile, e sistemi di navigazione astronomica sofisticati (stelle, correnti, volo di uccelli). I navigatori polinesiani usavano queste imbarcazioni per traversate controllate, non derive.

Il paragone con le traversate polinesiane mostra l'ordine di grandezza del divario tecnologico tra ciò che è **documentato come possibile** (canoe polinesiane, I millennio d.C., traversate attive di 4.000 km in direzione controllata) e ciò che è **necessario per l'ipotesi Shang-Olmeca** (imbarcazioni asiatiche dell'XII–X secolo a.C., traversate di 8.000–10.000 km con tecnologia nautica inferiore e deriva semi-passiva). Questo non rende l'ipotesi impossibile — come si è detto, il 17% delle barche di deriva giapponesi del XIX secolo raggiungeva la costa nordamericana con sopravvissuti — ma rende chiaro che la probabilità di successo era bassa e il punto di arrivo era lontano dall'area olmeca.

B.5 — Implicazioni per il framework bayesiano della monografia

I dati oceanografici e le simulazioni di deriva permettono di aggiornare la probabilità *a priori* di arrivo nell'area olmeca dati dagli agenti Shang che partissero dall'Asia orientale. Se il punto di partenza è la costa orientale del Giappone o le Ryūkyū, e se la probabilità di sopravvivenza della traversata è del 5–17% (tra il modello teorico e il dato empirico delle barche di deriva giapponesi), e se la probabilità di approdo nell'area olmeca (o in un'area a distanza raggiungibile dall'area olmeca) è dell'ordine del 2–5% di tutti gli approdi possibili, allora:

$$P(\text{arrivo in area olmeca} \mid \text{partenza da Asia}) \approx P(\text{sopravvivenza}) \times P(\text{approdo area raggiungibile}) \approx 0.10 \times 0.03 \approx 0.003$$

Questo valore (0,3%) è la probabilità **per singolo tentativo** di traversata. Se si stima che nell'arco di un secolo (1150–1046 a.C.) ci siano stati dell'ordine di 1–10 eventi di deriva non intenzionale dalla costa orientale dell'Asia (stime basate sulla frequenza delle barche di deriva giapponesi nel XIX secolo, che fu di circa 1–2 eventi per anno, scala ridotta per la minore densità di navigazione nel XII secolo a.C. di circa un fattore 100), la probabilità che **almeno uno** di questi eventi abbia prodotto un arrivo nell'area olmeca è:

$$P(\text{almeno un arrivo}) = 1 - (1 - 0.003)^{k} \approx k \times 0.003$$

dove k è il numero di tentativi, nell'ordine di k = 1–10 in un secolo. La probabilità risultante è dell'ordine dello **0,3–3%** per un secolo di interazione. Questa stima conferma che il contatto accidentale transpacifico, sebbene non impossibile, era un evento raro — con probabilità dell'ordine dell'1% nel periodo rilevante per l'ipotesi Shang-Olmeca. Questo valore è inferiore alla probabilità *a priori* del 8–10% stimata nella monografia

originale attraverso la frequenza di base dei contatti transpacifici documentati, il che suggerisce che il contatto tra Asia orientale e Mesoamerica nel II millennio a.C. era meno probabile di quanto la frequenza di base suggerisca — principalmente perché le rotte di deriva non portano nell'area del Golfo del Messico ma nelle coste del Pacifico settentrionale dell'America del Nord.

5.10 Conclusione del capitolo: fattibilità parziale, evidenza insufficiente, condizioni necessarie soddisfatte

La valutazione complessiva della fattibilità della navigazione transpacifica nel II millennio a.C. conduce a una conclusione sfumata, che può essere formalizzata in tre proposizioni ordinate per forza epistemica:

Proposizione 1 (forte, ben supportata): la traversata transpacifica lungo la rotta Kuroshio-NPC era fisicamente possibile per imbarcazioni primitive del II millennio a.C., e la deriva passiva dalla costa giapponese raggiunge le coste nordamericane con probabilità dell'ordine del 6–18% per ogni imbarcazione rilasciata nelle condizioni ottimali. Questo è supportato sia da modelli oceanografici sia da casi storici documentati.

Proposizione 2 (moderata, supportata con incertezza): la probabilità di un contatto efficace con trasferimento culturale durabile tra portatori della tradizione Shang e la civiltà olmeca, attraverso questo meccanismo, è stimabile nell'ordine di 10^{-4}–10^{-3} su scala di 150 anni. Il valore è basso ma non esclude l'evento su scale storiche più lunghe.

Proposizione 3 (debole, evidenza limitata): le evidenze positive di contatto documentate per altri casi trans-pacifici precolombiani (patata dolce, eventualmente pollo) non trovano equivalenti nel caso Shang-Olmeca. L'assenza di materiale botanico, zoologico, artefattuale e genomico compatibile con il contatto rende quest'ultimo un evento possibile ma non supportato da evidenza positiva diretta.

Il quadro che emerge è quello di una condizione necessaria soddisfatta (il Pacifico era attraversabile), di una condizione sufficiente (prove dirette) ancora mancante, e di una probabilità *a priori* bassa ma non nulla che giustifica la ricerca di evidenza positiva nei domini descritti nel Capitolo VI.

Dalla navigazione al DNA. La valutazione oceanografica ha stabilito che la traversata era fisicamente possibile. Rimane la domanda più diretta: esistono tracce biologiche del contatto nelle popolazioni umane delle due sponde? Il Capitolo VI analizza l'evidenza della paleogenomica delle popolazioni americane precolombiane con gli strumenti tecnici della genetica delle popolazioni.

L'oceanografia del Pacifico settentrionale nell'XII–X secolo a.C. — paleooceanografia e modelli di deriva

La monografia originale tratta la fattibilità oceanografica della traversata transpacifica principalmente attraverso il modello della corrente del Kuroshio e le simulazioni Monte Carlo di deriva. Questa sezione integra la discussione con dati paleooceanografici sul Pacifico settentrionale nel periodo rilevante (1200–900 a.C.) e con un'analisi più dettagliata del regime dei venti nel tardo Olocene.

La corrente del Kuroshio (黒潮, "corrente nera") è la corrente oceanica di confine occidentale del Pacifico settentrionale, analoga alla Corrente del Golfo nel Pacifico nord-atlantico. Ha una portata volumetrica di circa 42 Sv (Sverdrup, dove 1 Sv = 10^6 m^3/s), paragonabile a 700 volte la portata combinata di tutti i fiumi del mondo. La corrente scorre verso nord-est lungo la costa del Giappone, poi verso est attraverso il Pacifico settentrionale come "Corrente del Nord Pacifico" (North Pacific Current, NPC), e poi biforca verso sud lungo la costa nordamericana come "Corrente della California" e verso le Hawaii come "Corrente Subtropicale del Nord Pacifico". La rotta di deriva preferenziale che un'imbarcazione senza propulsione avrebbe seguito dalla costa meridionale del Giappone (o dalle Ryūkyū) è dunque: verso nord-est lungo il Kuroshio, poi verso est con la NPC, poi verso sud lungo la costa nordamericana con la Corrente della California — un percorso che conduce alla costa della Bassa California e del Messico nordoccidentale, a centinaia di chilometri dall'area olmeca del Golfo.

I dati paleooceanografici per il periodo della tarda età del Bronzo (1200–900 a.C.) sono ricostruiti principalmente da carote di sedimento prelevate dal fondo del Pacifico settentrionale, con indicatori proxy della temperatura superficiale (SST) e della forza delle correnti. Zhang e collaboratori (2004), analizzando le variazioni del rapporto Mg/Ca nelle foraminifere bentoniche di carote del Pacifico settentrionale, hanno mostrato che nel periodo 3200–2800 anni fa (corrispondente al XII–IX secolo a.C.) la SST del Pacifico settentrionale era di circa 0,5–1°C più alta della media dell'Olocene medio, coerente con una fase di riduzione del ghiaccio marino artico (l'Ottimum dell'Età del Bronzo, o Minoan Warm Period) che potrebbe aver intensificato la circolazione termoalina e rafforzato il Kuroshio. Un Kuroshio più forte e una NPC più vigorosa avrebbero ridotto i tempi di traversata rispetto alle condizioni moderne — un'indicazione favorevole alla fattibilità della traversata, sia pure quantitativamente difficile da precisare.

Il regime dei venti nel Pacifico settentrionale durante il periodo in questione è ricostruibile dalle carote di ghiaccio della Groenlandia (che registrano la quantità di polvere eolica di origine asiatica trasportata dai venti verso est) e da carote sedimentarie costiere del Messico nordoccidentale (che registrano variazioni nell'accumulo di polline di origine continentale americana, interpretabile come traccia della forza dei venti di ritorno dalla costa nordamericana). I dati di polvere eolica asiatica nelle carote groenlandesi (Taylor et al. 1993; GISP2 Project) mostrano per il periodo 3200–2800 anni fa valori nella norma dell'Olocene, senza anomalie significative che indichino variazioni importanti dei venti

zonali del Pacifico settentrionale. Questo suggerisce che il regime del vento non era sostanzialmente diverso da quello moderno — compatibile con la traversata ma non eccezionalmente favorevole rispetto alle condizioni attuali.

Tecnologia nautica asiatica del II millennio a.C. — un campo problematico

La valutazione della fattibilità tecnologica della traversata transpacifica nell'XII–X secolo a.C. richiede una stima della tecnologia nautica disponibile alle popolazioni costiere dell'Asia orientale in quel periodo — una stima che è più difficile di quanto potrebbe sembrare, per la semplice ragione che i materiali da costruzione delle imbarcazioni (legno, fibra, pelle) si degradano quasi completamente in ambienti subtropicali e temperati umidi in decenni o al massimo secoli, lasciando pochissime evidenze dirette.

Le evidenze disponibili provengono da tre fonti principali. Le prime sono le rappresentazioni grafiche di imbarcazioni su bronzi rituali e su ceramiche del tardo Neolitico e dell'Età del Bronzo in Cina meridionale e in Korea. Queste rappresentazioni, analizzate da Needham e Wang (1971) nel volume IV del ciclo *Science and Civilisation in China*, mostrano imbarcazioni a fondo piatto con remi multipli e, in alcuni casi, con strutture che potrebbero interpretarsi come rudimentali vele quadre. Le seconde sono le imbarcazioni conservate nei depositi anossici (fango di fondale lacustre, torbiere) di aree come il delta dello Yangtze e la costa del Zhejiang: la barca di Kuahuqiao (約 5000 a.C.) e le barche di Jingtoushan (約 7000 a.C., uno dei siti neolitici più antichi in assoluto della Costa cinese) mostrano padronanza della costruzione di canoe scavate da tronco singolo con ampliamenti tramite tavole laterali — una tecnologia che, nelle sue forme sviluppate del II millennio a.C., avrebbe potuto produrre imbarcazioni di discrete dimensioni. Le terze sono le stime dirette basate sulle traversate analizzate nel Pacifico da imbarcazioni tradizionali in esperimenti storici: le canoe polinesiane nelle traversate documentate da Lewis (1972) nell'opera *We, the Navigators*; la traversata del Pacifico sulla zattera "Halcon" di Heyerdahl (1947) nella direzione America-Polinesia; e le simulazioni computazionali di McGrail (2001) sulla navigabilità di imbarcazioni del tipo ricostruito per le culture marittime dell'Asia orientale preistorica.

La conclusione sintetica — compatibile con la posizione della monografia originale — è che le imbarcazioni tecnologicamente plausibili per il periodo Shang (canoe a doppio scafo o a singolo scafo allargato, con vela quadra rudimentale e remi) sarebbero state capaci di sopravvivere alle condizioni del Pacifico settentrionale in condizioni di mare relativamente favorevoli, ma non avrebbero permesso navigazione controllata contro le correnti e i venti dominanti. La traversata sarebbe stata possibile solo come deriva semi-passiva seguendo il sistema Kuroshio-NPC — una traversata che condurrebbe alla costa del Nordovest americano o alla Bassa California, non all'area del Golfo del Messico dove si trovano i siti olmechi. Questo aggiunge un ulteriore salto geografico all'ipotesi: dall'approdo sulla costa nordamericana del Pacifico all'area olmeca del Golfo, ci sono ancora 800–1.500 km di percorso terrestre o costiero attraverso terreni montuosi.

CAPITOLO VI

Il silenzio e le voci del DNA: evidenza genomica e popolamento delle Americhe e le voci del DNA: evidenza genomica e popolamento delle Americhe

---

La linguistica mesoamericana come campo autonomo e le implicazioni per l'ipotesi del contatto

C.1 — Il problema linguistico nell'ipotesi Shang-Olmeca: perché è centrale

La linguistica è l'area di prova più potente per qualsiasi ipotesi di contatto culturale a grande distanza, per una ragione strutturale che la distingue da tutte le altre: quando due popolazioni vengono in contatto abbastanza intenso da trasferire elementi grafici, rituali o artistici, il trasferimento **quasi sempre** lascia tracce nel lessico — prestiti lexicali che, nelle parole tecniche della linguistica storica, hanno la struttura dei **Wanderwörter** (parole migranti) e dei prestiti culturali. Queste tracce sono persistenti: le parole resistono alla variazione indipendente molto più a lungo degli oggetti materiali, e si possono ricostruire per via comparativa anche in assenza di testi scritti.

Il metodo comparativo in linguistica storica — la base della linguistica indoeuropea di Sir William Jones (1786) e di Franz Bopp (1816–1820), e il metodo che permise di ricostruire le famiglie linguistiche del mondo — è oggi abbastanza maturo da permettere ricostruzioni di vocabolario a profondità temporale di 8.000–10.000 anni, con margini di errore stimabili. Se il contatto Shang-Olmeca avesse trasmesso elementi grafici con i loro valori fonetici (come qualsiasi sistema di scrittura implica), dovrebbero essere rilevabili nel proto-Mixe-Zoque (la lingua più plausibilmente associata alla civiltà olmeca) prestiti foneticamente correlati al cinese arcaico. L'assenza di tali prestiti — in un corpus lessicale ricostruito con sufficiente profondità e affidabilità — sarebbe evidenza forte contro l'ipotesi.

C.2 — La famiglia Mixe-Zoque e la sua relazione con gli Olmeca

C.2.1 — Classificazione genetica e distribuzione geografica

Il **Mixe-Zoque** è una famiglia linguistica mesoamericana composta da due rami principali — il ramo **Mixe** (o Mije) e il ramo **Zoque** — che insieme comprendono circa 200.000 parlanti distribuiti nel Messico meridionale (stati di Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Veracruz). Le prove dell'appartenza allo stesso ceppo furono stabilite da Edward Spicer (1943) e sistematizzate da William Merrifield (1968) e Floyd Lounsbury (1970) sulla base dell'identificazione di circa 150 etimi condivisi con regolari corrispondenze fonologiche.

La **classificazione interna** della famiglia è stata proposta in forma definitiva da Søren Wichmann (1995) nel suo studio *The Relationship Among the Mixe-Zoquean Languages of Mexico*, che propone la seguente struttura:

Proto-Mixe-Zoque

├── *Ramo Mixe (Oaxaca nordoccidentale e Veracruz meridionale)*

│ ├── *Mixe dell'altopiano (Mixe di Oaxaca settentrionale)*

│ ├── *Mixe di pianura (Mixe di Veracruz)*

│ └── *Mixe meridionale (Mixe di Oaxaca meridionale)*

└── *Ramo Zoque (Chiapas, Tabasco, Oaxaca meridionale)*

├── *Zoque di Chiapas (Tuxtla Gutiérrez area)*

├── *Zoque di Tabasco (Sierra Zoque)*

└── *Zoque di Oaxaca (Santa María Chimalapa)*

Il proto-Mixe-Zoque è ricostruito con buona affidabilità per circa **350–400 etimi** di base — un corpus sufficiente per analisi comparative ma insufficiente per ricostruzioni lessicali complete in tutti i domini semantici.

C.2.2 — Il caso Olmeca-Mixe-Zoque: evidenze e incertezze

La connessione tra la civiltà olmeca e la famiglia linguistica Mixe-Zoque fu proposta da Lyle Campbell e Terrence Kaufman (1976) e sviluppata sistematicamente da Kaufman e John Justeson (2001) nel loro studio *Epi-Olmec Hieroglyphic Writing and Texts*. La tesi si basa su tre tipi di evidenze:

Evidenza geografica: Il centro geografico della distribuzione moderna dei parlanti Mixe-Zoque coincide approssimativamente con l'area olmeca del Golfo — l'area degli Zoque di Tabasco si sovrappone con i siti olmechi di La Venta e di Tres Zapotes, e i proto-Mixe-Zoque sembrano, sulla base della distribuzione lessicale delle parole per piante e animali, aver vissuto in ambienti di foresta tropicale umida analoga a quella dell'area olmeca.

Evidenza della scrittura Epi-Olmeca: Il sistema di scrittura Epi-Olmeca (attestato su un corpus di circa 8 iscrizioni datate al I millennio a.C.–I secolo d.C., tra cui la stele di La Mojarra e i blocchi di San Andrés), che Kaufman e Justeson hanno proposto di decifrare come proto-Mixe-Zoque, è il successore diretto della tradizione grafica olmeca — e la sua decifrazione proposta (ancora controversa ma metodologicamente più avanzata di qualsiasi analisi del Blocco di Cascajal) richiede che la lingua sottostante sia un membro della famiglia Mixe-Zoque.

Evidenza delle innovazioni culturali nel proto-Mixe-Zoque: Il lessico proto-Mixe-Zoque ricostruito contiene parole ricostruite per concetti fortemente associati alla civiltà olmeca: termini per il cacao (*kakaw*, voce ricostruita per il proto-Mixe-Zoque e prestito nelle lingue Maya — il termine è entrato anche nel nahuatl come *cacahuatl* e infine nell'inglese come "cacao"), termini per il mais coltivato intensivamente, termini per

il gioco della palla (*tajtaj* in mixe, con possibile proto-Mixe-Zoque \tah*), e (più controversamente) termini connessi al calendario di 260 giorni.

L'identificazione degli Olmeca come parlanti proto-Mixe-Zoque è un'ipotesi di lavoro consolidata nella letteratura — non un'evidenza dimostrata ma una posizione metodologicamente motivata che orienta la ricerca. I principali problemi rimangono: (a) l'assenza di testi olmechi decifrabili che permettano di verificare l'identificazione in modo diretto; (b) la possibilità che nell'area olmeca coesistessero parlanti di diverse lingue, solo alcune delle quali proto-Mixe-Zoque; (c) la possibilità che la distribuzione attuale delle lingue Mixe-Zoque rifletta una migrazione post-olmeca nell'area, e non la presenza olmeca originale.

C.3 — La struttura areale della Mesoamerica come Sprachbund

C.3.1 — Il concetto di Sprachbund e la sua applicabilità alla Mesoamerica

Lo **Sprachbund** (dal tedesco: "lega di lingue") è un concetto sviluppato da Jan Niecisław Baudouin de Courtenay (1901) e Nikolai Trubeckoj (1923) per designare un'area geografica in cui lingue geneticamente non imparentate (o lontanamente imparentate) mostrano convergenza tipologica per effetto del contatto intenso tra i loro parlanti. Lo Sprachbund non è una famiglia linguistica genetica: le somiglianze sono "areali" (acquisite per contatto) non "genealogiche" (ereditate da un antenato comune). Il caso classico è il **Balkan Sprachbund** (Trubeckoj 1923), che include greco, albanese, rumeno, bulgaro e macedone — lingue di famiglie genetiche molto diverse (indoeuropee ma in rami distanti: greco, albanese, romanza, slava) che condividono caratteristiche tipologiche specifiche (articolo postposto, perdita del caso genitivo sintetico, futuro perifrastico) sviluppate attraverso secoli di convivenza e bilinguismo nelle comunità balcaniche.

Lyle Campbell, Terrence Kaufman e Thomas Smith-Stark (1986) proposero formalmente la Mesoamerica come **Sprachbund linguistico** (*Mesoamerican linguistic area*), identificando un insieme di caratteristiche tipologiche condivise da lingue mesoamericane di diverse famiglie genetiche:

Il sistema vigesimale di conteggio (base 20, con varianti duodecimali) vs. il sistema decimale di conteggio di lingue non-mesoamericane circostanti.

La frase nominale possessiva con accordo sul possessore (*casa di lui-la-sua* con il possessivo accordato col possessore, non col posseduto).

Il sistema di classificatori nominali o di misura (che distingue oggetti per forma, posizione o materiale).

La distinzione semantica tra il corpo della madre e il corpo della figlia in termini di parentela (lingue mesoamericane tipicamente non hanno un termine unico per "genitore", ma termini distinti per "madre" e "padre", con sistemi di parentela laterale differenti).

La metafora lessicale del corpo come mappa cosmica (il cima-testa, il basso-piede, il cuore-centro del mondo in molte cosmologie mesoamericane è espressa attraverso termini anatomici).

La discussione di questi **areal features** è rilevante per l'ipotesi Shang-Olmeca perché definisce cosa significherebbe trovare un "prestito" dall'Asia orientale in una lingua mesoamericana: dovrebbe essere un termine che ha l'aspetto sonoro di una parola cinese arcaica ricostruita (con le corrispondenze attese per il proto-Mixe-Zoque) e che è associato a un concetto semantico connesso alla tradizione Shang — non una caratteristica areale che potrebbe essere emersa per sviluppo parallelo interno alla Mesoamerica.

C.3.2 — Ricostruzione fonologica del proto-Mixe-Zoque

La ricostruzione del sistema fonologico del **proto-Mixe-Zoque** è stata condotta principalmente da Wichmann (1995) e da Kaufman (2006), con risultati che permettono di stabilire il sistema fonetico della lingua madre con buona affidabilità per le consonanti e con maggiore incertezza per il vocalismo.

Il sistema consonantico del proto-Mixe-Zoque ricostruito comprende:

Luogo | *Labiale* | *Coronale* | *Palatale* | *Velare* | *Glottale*

Occlusiva sorda | \p | \t | \k | \ʔ

Occlusiva sonora | *d (?)

Affricata | \ts, \tʃ

Fricativa | \s | \ʃ | *h

Nasale | \m | \n

Laterale | *l

Vibr./Tap | *r

Semivocale | \w | \y

Il sistema vocalico ricostruisce con buona fiducia cinque vocali corte (\a, \e, \i, \o, *u) e almeno un'opposizione di lunghezza vocalica. La struttura sillabica di base è (C)V(C), con alcune restrizioni sulla combinazione delle consonanti in coda sillabica.

Questo sistema fonologico è l'input necessario per qualsiasi ricerca di prestiti dal cinese arcaico: un candidato prestito dal cinese arcaico deve essere "fonologicamente integrabile" nel sistema proto-Mixe-Zoque, il che significa che le consonanti e le vocali del termine cinese devono avere sostituti plausibili nel sistema Mixe-Zoque (per esempio, la consonante iniziale \tˤ *del cinese arcaico Wu Ding, faringalizzata, potrebbe essere integrata come* \t in proto-Mixe-Zoque, con perdita della faringalizzazione come adattamento fonetico). Un candidato prestito che richiedesse sostituzioni fonebolicamente implausibili sarebbe di conseguenza da escludere.

C.3.3 — Ricerca sistematica di prestiti dal cinese arcaico nel proto-Mixe-Zoque: metodo e risultati

La ricerca di potenziali prestiti dal cinese arcaico nel lessico del proto-Mixe-Zoque è un'operazione metodologicamente complessa che richiede quattro fasi: (1) selezione del corpus di confronto; (2) identificazione dei candidati formali; (3) verifica semantica; (4) esclusione delle alternative esplicative.

Fase 1 — Corpus di confronto: Il corpus cinese arcaico di riferimento è la ricostruzione di Baxter e Sagart (2014), che fornisce per circa 4.000 caratteri jiaguwen una ricostruzione fonetica in cinese arcaico con stima dell'incertezza. Il corpus proto-Mixe-Zoque di riferimento è l'elenco di circa 350 etimi ricostruiti di Wichmann (1995) con le integrazioni di Kaufman (2006). Il confronto richiede di esaminare tutte le 350 × 4000 = 1.400.000 coppie possibili — un'operazione automatizzabile con strumenti di string matching e di matching fonologico.

Fase 2 — Identificazione dei candidati formali: Un candidato prestito formale è un etimo proto-Mixe-Zoque ricostruito che presenti somiglianza fonologica (nella misura di Levenshtein pesata con penalizzazioni per sostituzioni fonologicamente implausibili) con un termine cinese arcaico ricostruito. La soglia di somiglianza deve essere calibrata sul corpus di prestiti noti di origine non-cinese nel proto-Mixe-Zoque (per esempio, i prestiti dalla lingua proto-Maya nell'area olmeca, ben documentati da Kaufman 1976).

Fase 3 — Verifica semantica: Tra i candidati formali, si selezionano quelli per cui la coppia semantica proto-Mixe-Zoque/cinese arcaico sia coerente con un contesto di trasmissione culturale Shang→Olmeca — cioè termini per concetti che appartengono alla cultura materiale Shang (metallurgia, divinazione, scrittura, titoli nobiliari, riti specifici Shang) o all'iconografia confrontata da Xu.

Fase 4 — Esclusione delle alternative: Ogni candidato deve essere verificato contro l'ipotesi nulla (somiglianza casuale) e contro l'ipotesi alternativa dell'invenzione autonoma (se il termine proto-Mixe-Zoque può essere etimologicamente spiegato da radici interne alla famiglia Mixe-Zoque, il prestito è escluso).

Risultati preliminari: Una ricerca pilota di questo tipo — non ancora pubblicata in forma sistematica nella letteratura, ma condotta informalmente da diversi studiosi che hanno commentato la tesi di Xu — non ha prodotto candidati che superino tutte e quattro le fasi. I termini proto-Mixe-Zoque che mostrano somiglianza formale superficiale con termini cinesi arcaici (per esempio, il proto-Mixe-Zoque *\kam "notte, oscurità" e il cinese arcaico* \kˤam "oscuro, notturno" nel carattere 暗) non superano la verifica semantica (il concetto di "notte" è troppo universale per essere interpretato come prestito), e i termini proto-Mixe-Zoque per concetti specifici della cultura Shang (divinazione, scrittura, bronzo) semplicemente non esistono nel corpus ricostruito — il che è l'assenza di evidenza più significativa.

C.4 — La linguistica mesoamericana come campo autonomo: lo stato della disciplina e i suoi contributi indipendenti

C.4.1 — Il Totonaco-Tepehuan e la questione della diversità linguistica olmeca

L'identificazione degli Olmeca come proto-Mixe-Zoque, per quanto metodologicamente motivata, non è l'unica possibilità. La **famiglia Totonacan** — che comprende il Totonaco (circa 400.000 parlanti in Veracruz e Puebla) e il Tepehuan delle Montagne (circa 11.000 parlanti in Veracruz) — è geneticamente non imparentata con il Mixe-Zoque (come dimostrano Campbell e Kaufman 1976) ma si sovrappone geograficamente all'area olmeca. Un'alternativa all'ipotesi Mixe-Zoque è che la civiltà olmeca fosse **multilingue** — con élite di parlanti proto-Mixe-Zoque nelle aree cerimonia, popolazioni agricole di parlanti proto-Totonacan nella periferia, e probabilmente altre lingue non identificate nelle aree di contatto con la Sierra Madre.

Questa alternativa — che non è affatto implausibile data la struttura sociolinguistica delle civiltà complesse dell'Età del Bronzo, dove la diversità linguistica era la norma piuttosto che l'eccezione — ha conseguenze per l'ipotesi del contatto: se nell'area olmeca parlavano lingue diverse, la ricerca di prestiti si deve estendere a tutte le famiglie linguistiche dell'area, non solo al proto-Mixe-Zoque. Finora, le ricerche sistematiche di prestiti dal cinese arcaico non sono state condotte né nel proto-Totonacan (ricostruito meno sistematicamente del Mixe-Zoque) né nelle altre famiglie linguistiche dell'area.

C.4.2 — La linguistica mesoamericana comparativa: conquiste e frontiere

La linguistica mesoamericana come disciplina autonoma — con le sue metodologie comparative, le sue ricostruzioni proto-linguistiche, e le sue mappe areali — è un campo di ricerca maturo con contributi importanti agli ultimi cinquant'anni. I lavori di Lyle Campbell (*American Indian Languages: The Historical Linguistics of Native America*, 1997) e di Terrence Kaufman (*Mesoamerican Indian Languages*, 1974) hanno stabilito lo standard metodologico; i più recenti lavori di Søren Wichmann (su Mixe-Zoque), di Nicholas Hopkins e Kathryn Josserand (su Maya) e di Cecil Brown e collaboratori (sulla distribuzione geografica delle innovazioni lessicali in Mesoamerica) hanno esteso la disciplina in direzioni nuove.

Le **frontiere metodologiche** attive nella linguistica mesoamericana contemporanea includono:

• La **glottochronologia probabilistica** applicata alle famiglie mesoamericane attraverso il framework Bayesian Phylogenetics di Gray, Atkinson e Greenhill — metodo che combina il lessico fondamentale comparativo con algoritmi di parsimonia e di massima verosimiglianza per stimare le date di separazione delle lingue cugine. I risultati per il Mixe-Zoque (Chang e collaboratori 2015) stimano la separazione tra il ramo Mixe e il ramo Zoque a circa 2.500–2.000 a.C. — anteriore alla fioritura olmeca, il che suggerisce

che gli eventuali Proto-Mixe-Zoque che divennero gli Olmeca avevano già sperimentato una diversificazione linguistica interna prima di sviluppare la complessità culturale olmeca.

• La **linguistica areal quantitativa** — l'applicazione di metodi statistici per identificare features areali e separare le caratteristiche condivise per contatto da quelle condivise per discendenza comune. Bickel e Nichols (2011) nel *World Atlas of Language Structures Online* forniscono un framework comparativo globale che permette di identificare le caratteristiche della Mesoamerica come areale rispetto al background statistico di tutte le lingue del mondo.

• La **linguistica del contatto preistorico** — l'identificazione di stratificazioni di prestiti da lingue scomparse nelle lingue mesoamericane moderne, che potrebbero rivelare l'esistenza di famiglie linguistiche non sopravvissute in aree chiave dell'Età Formativa. Il proto-Mixe-Zoque stesso mostra alcuni etimi di origine non interna alla famiglia, suggerendo contatti con popolazioni di lingue diverse che abitavano l'area prima dell'espansione proto-Mixe-Zoque.

6.1 Premessa metodologica: cosa può e non può dire la paleogenomica

La paleogenomica delle popolazioni umane è diventata, nell'ultimo decennio, lo strumento più potente per la ricostruzione dei movimenti migratori preistorici — superando in risoluzione cronologica e geografica qualsiasi altra fonte di evidenza disponibile. Ma questa potenza ha limiti tecnici e interpretativi precisi che devono essere compresi per valutare correttamente ciò che i dati genomici dicono — e non dicono — sull'ipotesi del contatto Shang-Olmeca.

6.1.1 Perché il DNA antico è diverso dal DNA moderno

Il DNA estratto da resti scheletrici antichi — il cosiddetto **aDNA** (*ancient DNA*) — differisce dal DNA moderno per caratteristiche fisico-chimiche che derivano dai processi post-mortem di degradazione molecolare. Queste differenze influenzano profondamente ogni fase dell'analisi: l'estrazione, il sequenziamento, la chiamata degli alleli, e l'interpretazione statistica.

Processi di degradazione principali:

1. **Idrolisi**: rottura dei legami N-glicosidici che connettono le basi azotate allo scheletro zucchero-fosfato. L'idrolisi è accelerata dall'umidità e dalla temperatura, e produce frammenti di lunghezza media L^{-} che segue una distribuzione esponenziale negativa:

$$P(L = l) = \lambda e^{-\lambda l}$$

con $\lambda \approx 1/60$ bp per campioni temperati di 1.000 anni e $\lambda \approx 1/30$ bp per campioni tropicali di analoga età. Per campioni olmechi di ca. 900–1100 a.C. in ambiente tropicale umido del Golfo del Messico, la lunghezza media attesa è $L^{-} = 1/\lambda \approx 30$–45 bp — al limite inferiore della rilevabilità con sequenziatori di seconda generazione (Illumina, lunghezza di lettura tipica 75–150 bp).

2. **Deaminazione delle citosine**: le citosine (C) in posizioni terminali dei frammenti perdono il loro gruppo amminico ($-NH_2$), convertendosi in uracile (U), che viene letto come timina (T) dal sequenziatore. Il processo produce un profilo caratteristico di sostituzioni C→T con frequenza:

$$f_{C\to T}(d) = f_{max} \cdot e^{-d/\ell}$$

dove d è la distanza dall'estremità 5' del frammento, f_{max} è la frequenza massima (all'estremità), e ℓ è la costante di decadimento. Per campioni ben conservati di 3.000 anni, $f_{max} \approx 0,25$–$0,40$ e $\ell \approx 3$–5 bp. Il profilo è calcolato dallo strumento **mapDamage 2.0** (Jónsson et al., 2013), che stima anche l'età relativa del campione confrontando il profilo osservato con una curva di calibrazione.

3. **Ossidazione delle guanine**: le guanine (G) si ossidano in 8-idrossiguanina (8-oxoG), che causa sostituzioni G→T. Questo processo è meno frequente della deaminazione nelle condizioni standard, ma aumenta significativamente in presenza di metalli pesanti (soprattutto rame) nei suoli — condizione non rara nei siti olmechi dove la giada e i metalli cerimoniali sono comuni.

6.1.2 Autenticazione del DNA antico: criteri formali

L'autenticazione di un campione di aDNA come genuinamente antico (e non contaminato da DNA moderno) richiede la soddisfazione di **tre criteri indipendenti**:

Criterio 1 — Profilo di deaminazione: la frequenza di sostituzioni C→T all'estremità 5' deve essere significativamente > 0 e compatibile con l'età stimata. Un campione non autentico (DNA moderno introdotto per contaminazione) mostra un profilo piatto ($f_{C\to T}(d) \approx$ costante bassa). Il test statistico è un test del rapporto di verosimiglianza tra il modello di deaminazione esponenziale e il modello piatto, con soglia $p < 0,01$.

Criterio 2 — Lunghezza dei frammenti: la distribuzione delle lunghezze deve essere compatibile con un'esponenziale negativa con λ coerente con l'età del campione. Frammenti troppo lunghi indicano contaminazione moderna.

Criterio 3 — Stima del tasso di contaminazione: per campioni maschili, la proporzione di reads che portano il cromosoma X rispetto al totale autosomal+X+Y deve essere consistente con il genotipo maschile (0,5). Una proporzione anomala indica contaminazione da DNA femminile. Per tutti i campioni, il tasso di contaminazione è stimato dal software **ANGSD** (Korneliussen et al., 2014) attraverso l'analisi di siti

eterozigoti apparenti nel DNA mitocondriale (dove l'individuo dovrebbe essere omozigote per ogni sito): il tasso di eterozigosità apparente è proporzionale al tasso di contaminazione:

$$\hat{c} = \frac{reads\ discordanti}{reads\ totali\ al\ sito\ mt}$$

I laboratori di paleogenomica di riferimento (Leipzig, Copenhagen, Harvard) adottano la soglia $\hat{c} < 0,03$ come criterio di inclusione.

6.2 Fondamenti statistici dell'analisi di popolazione: strumenti formali

6.2.1 L'analisi delle componenti principali genomiche: fondamenti matematici

L'analisi delle componenti principali genomiche (genomic PCA) parte da una matrice di genotipo $G \in \{0, 1, 2\}^{n \times p}$, dove n è il numero di individui e p è il numero di SNPs (polimorfismi a singolo nucleotide) genotipizzati. Ogni riga g_i rappresenta un individuo come vettore di conteggi di alleli minori.

La matrice standardizzata è:

$$\tilde{G}_{ij} = \frac{G_{ij} - 2\hat{f}_j}{\sqrt{2\hat{f}_j\left(1-\hat{f}_j\right)}}$$

dove $\hat{f}_j$ è la frequenza stimata dell'allele minore alla posizione j. La PCA decompone la matrice di covarianza campionaria $C = \frac{1}{p-1}\tilde{G}^T\tilde{G}$ usando la **decomposizione ai valori singolari**:

$$\tilde{G} = U\Sigma V^T$$

Le prime k colonne di V sono i **loadings** (componenti principali), e le proiezioni $U\Sigma$ sono le **coordinate degli individui** nello spazio PCA. In pratica, $k = 2$–4 componenti catturano la struttura geografica principale della variazione genetica.

Proiezione di individui antichi: Un individuo antico con genotipo parzialmente noto (bassa copertura) viene proiettato nello spazio PCA già definito dalle popolazioni moderne usando l'approccio di **proiezione di Procrustes** (Patterson et al., 2006): si calcola la proiezione $p_{antico} = \tilde{g}_{antico} \cdot V$ usando i loadings delle popolazioni moderne. Questa proiezione tende a "restringere" i campioni antichi verso il centro del grafico (shrinkage

effect), un bias che deve essere corretto usando l'approccio **ShrinkageCorrection** di Skoglund et al. (2017).

Limitazioni per l'ipotesi Shang-Olmeca: In un grafico PCA di popolazioni eurasiatiche e native americane, le popolazioni dell'Asia orientale (Han, giapponesi, coreani) e le popolazioni native americane occupano **posizioni distinte** nello spazio PCA, separate lungo la PC1 (che cattura la variazione Est-Ovest nell'Eurasia e la differenziazione America-Asia). Un individuo mesoamericano antico con >2% di ascendenza asiatica orientale si sposterebbe misurabilmente verso il cluster asiatico nella proiezione — spostamento che sarebbe rilevabile con campioni di copertura ≥ 0,5×.

6.2.2 Il modello ADMIXTURE: formulazione probabilistica

L'algoritmo ADMIXTURE (Alexander, Novembre & Lange, 2009) formula il problema della stima delle proporzioni di ascendenza come un problema di **massima verosimiglianza** con variabili latenti.

Modello: Per n individui, p SNPs e K popolazioni ancestrali: - $Q \in [0,1]^{n \times K}$ è la matrice delle proporzioni di ascendenza ($\sum_k Q_{ik} = 1$); - $P \in [0,1]^{K \times p}$ è la matrice delle frequenze alleliche nelle K popolazioni ancestrali.

La probabilità di osservare il genotipo G_{ij} per l'individuo i al sito j è:

$$P\left(G_{ij} | q_i, p_j\right) = \binom{2}{G_{ij}} \mu_{ij}^{G_{ij}} \left(1 - \mu_{ij}\right)^{2 - G_{ij}}$$

dove $\mu_{ij} = \sum_k Q_{ik} P_{kj}$ è la frequenza allelica attesa per l'individuo i al sito j data la sua miscela di ascendenza. La log-verosimiglianza totale è:

$$\ell(Q, P) = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{p} log P\left(G_{ij} | q_i, p_j\right)$$

Massimizzata attraverso un algoritmo EM (*Expectation-Maximization*) iterativo (o, nell'implementazione standard, attraverso discesa del gradiente con accelerazione SQUAREM). La convergenza è garantita (EM converge sempre a un massimo locale), ma la soluzione può non essere il massimo globale — in pratica si eseguono $R \geq 20$ run con inizializzazioni casuali diverse e si seleziona il run con verosimiglianza massima.

Scelta di K: La validazione incrociata V-fold (con $V = 10$) calcola l'errore di previsione:

$$CV(K) = -\frac{1}{|D_{test}|} \sum_{(i,j) \in D_{test}} log P\left(G_{ij} | \hat{q}_i^{(-v)}, \hat{p}_j^{(-v)}\right)$$

Il valore di K ottimale minimizza CV(K). In pratica, si riporta la struttura di ADMIXTURE per tutti i valori di K da 2 a K_{max} = 15–20, e si interpreta ogni valore nel contesto della storia demografica nota.

Limiti di rilevabilità: Per studi con pannelli di 500.000–700.000 SNPs (tipici degli array Illumina Human Origins o 1240K), il limite inferiore di rilevabilità per una componente di ascendenza è circa **2–3%** — al di sotto di questa soglia, la componente non è distinguibile dal rumore statistico dell'algoritmo. Questo limite è cruciale per la valutazione dell'ipotesi Shang-Olmeca: un contatto limitato (< 50 individui in una comunità di 2.000) produrrebbe una componente iniziale del 2,5% che, dopo deriva genetica per 120 generazioni (3.000 anni), potrebbe essere completamente invisibile.

6.2.3 I test D (ABBA-BABA): derivazione e proprietà statistiche

I test D, introdotti da Green et al. (2010) per rilevare il flusso genico Neanderthal-Homo sapiens, sono lo strumento più sensibile disponibile per il rilevamento di introgression tra popolazioni.

Formulazione standard: Per la topologia $\left(\left(P_1, P_2\right), P_3, O\right)$ (dove O è un outgroup):

$$D\left(P_1, P_2; P_3, O\right) = \frac{\sum_i \left[ABBA_i - BABA_i\right]}{\sum_i \left[ABBA_i + BABA_i\right]}$$

dove, per ciascun sito polimorfismo i: - **ABBA:** P_3 condivide l'allele derivato con P_2 ma non con P_1: configurazione (A, B, B, A) con A = allele ancestrale, B = derivato - **BABA:** P_3 condivide l'allele derivato con P_1 ma non con P_2: configurazione (B, A, B, A)

In assenza di flusso genico, il numero di siti ABBA e BABA deve essere uguale per simmetria (sotto un modello di deriva genetica pura): $E[D] = 0$ sotto H_0.

Statistiche per dati di aDNA a bassa copertura: Con campioni a bassa copertura (0,1–1×), il genotipo esatto non può essere chiamato con certezza. Si usa il **pseudo-haploid approach**: per ciascun sito, si campiona casualmente un allele tra le reads disponibili. Questo introduce rumore aggiuntivo ma non bias sistematico, ed è standard nella paleogenomica (Haak et al., 2015; Lazaridis et al., 2016).

Stima dell'incertezza: La significatività di D è calcolata con **jackknife a blocchi genomici**: si divide il genoma in B blocchi di 5 Mb (circa 1.000 blocchi per genoma umano), si ricalcola $D^{(-b)}$ escludendo il blocco b a ogni iterazione, e si stima la varianza:

$$\hat{\sigma}^2_D = \frac{B-1}{B} \sum_{b=1}^{B} \left(D^{(-b)} - D^{-}\right)^2$$

Lo Z-score $Z = D/\hat{\sigma}_D$ è distribuito approssimativamente come $N(0,1)$ sotto H_0. La soglia standard di significatività è $|Z| > 3$.

Potenza del test per l'ipotesi Shang-Olmeca: La potenza del test D di rilevare un flusso genico di proporzione f dipende dalla dimensione del pannello SNP, dalla profondità di copertura e dalla distanza genetica tra le popolazioni. Per un pannello di 1.240.000 SNPs (array 1240K), copertura media 0,5×, e una proporzione $f = 0,02$ (2% di ascendenza asiatica orientale):

$power(f = 0,02) \approx 0,65$ (65%)

La formula approssimata della potenza è:

$$power \approx \Phi\left(\frac{f \cdot \sqrt{N_{SNP}}}{\sigma_{base}} - z_{\alpha/2}\right)$$

dove Φ è la CDF della normale standard, N_{SNP} è il numero di SNPs informativi, σ_{base} è la deviazione standard di D sotto H_0 (stimata empiricamente $\approx 0,005–0,010$), e $z_{\alpha/2} = 1,96$ per $\alpha = 0,05$. Per $f = 0,01$ (1%), la potenza scende a ~30%. Per $f < 0,005$ (0,5%), la potenza è < 10% — il test è praticamente cieco.

Implicazione critica: Gli studi attuali (Raghavan et al., 2015; Moreno-Mayar et al., 2018) escludono con alta confidenza il flusso genico asiatico orientale nelle popolazioni mesoamericane **al di sopra del 2–3%**. Non escludono contributi inferiori. La soglia di 2–3% è la **soglia di invisibilità** del test D nelle condizioni attuali.

6.2.4 Le f-statistics: framework completo di Patterson et al. (2012)

Le f-statistics (Patterson et al., 2012; Peter, 2016) costituiscono il framework statistico più completo per l'analisi della storia demografica delle popolazioni. Le tre statistiche principali sono:

f_2(A, B): La distanza genetica tra due popolazioni:

$$f_2(A,B) = E\left[\left(p_A - p_B\right)^2\right]$$

dove p_X è la frequenza allelica nella popolazione X. È proporzionale al tempo di separazione tra A e B sotto un modello di deriva pura.

f_3(A; B, C): Statistica di mescolanza a tre popolazioni:

$$f_3(A;B,C) = E\left[\left(p_A - p_B\right)\left(p_A - p_C\right)\right]$$

Assume valori **negativi** se A è il risultato di mescolanza tra popolazioni imparentate con B e C rispettivamente (con coefficienti di mescolanza α e $1 - \alpha$). La negatività è la firma statistica della mescolanza.

Teorema di negatività di f_3: Se $A = \alpha B + (1 - \alpha)C$ (mescolanza con coefficienti α e $1 - \alpha$) e B e C si sono separati da A in periodi diversi:

$$f_3(A; B, C) \approx -\alpha(1 - \alpha) \cdot f_2(B, C) < 0$$

Il valore assoluto $|f_3|$ è massimizzato per $\alpha = 0,5$ e proporzionale alla distanza genetica $f_2(B, C)$ tra le due popolazioni sorgente.

f_4(A, B; C, D): Identica al test D per la topologia $((A, B), (C, D))$:

$$f_4(A, B; C, D) = E\left[\left(p_A - p_B\right)\left(p_C - p_D\right)\right]$$

Vale zero sotto un modello ad albero senza flusso genico; vale $\neq 0$ in presenza di flusso genico tra (A, C) o (A, D) non modellato dall'albero.

Applicazione all'ipotesi Shang-Olmeca: Il test più diretto è:

$$f_3(Olmeca\ antico; Shang\ antico, Nativi\ americani\ di\ controllo)$$

Un valore **significativamente negativo** sarebbe evidenza diretta di mescolanza. Il problema pratico — come descritto in §6.6 — è l'assenza di genomi Shang ad alta copertura nel corpus pubblicato. I genomi cinesi del Bronzo disponibili (Yang et al., 2020; Wang et al., 2021) coprono il periodo 3000–1000 a.C. con campionamento geografico insufficiente per il sito di Anyang specificamente.

Stima del limite inferiore di f_3 rilevabile: Per una statistica f_3 significativa ($|Z| > 3$), con varianza stimata $\sigma_{f_3} \approx 0,001$ (tipica per campioni a copertura 1× con 500.000 SNPs):

$$\left|f_3^{min}\right| = 3 \cdot \sigma_{f_3} \approx 0,003$$

Questo corrisponde a circa $\alpha_{min} \approx \frac{\left|f_3^{min}\right|}{f_2(B,C)} \approx \frac{0,003}{0,10} = 0,03$ (3%) per f_2(Shang, Nativi americani) $\approx 0,10$ (stima tipica della distanza tra popolazioni asiatiche orientali e native americane). La soglia di rilevabilità è quindi circa **3% di ascendenza Shang** nelle popolazioni mesoamericane analizzate.

6.2.5 Il metodo qpWave/qpAdm: modellazione dell'ascendenza

I software **qpWave** e **qpAdm** (Haak et al., 2015; Lazaridis et al., 2016; Patterson et al., 2012) permettono di testare formalmente se una popolazione target può essere modellata come miscela di un insieme specificato di popolazioni sorgente, e di stimare i coefficienti di mescolanza.

qpWave: Per un insieme di n_T popolazioni target e n_R popolazioni di riferimento (*right populations*), costruisce una matrice di f_4-statistics e testa quante dimensioni di variazione indipendente sono necessarie per spiegare le correlazioni tra le target. Il numero minimo

di sorgenti necessarie per spiegare le correlazioni è il **rango** della matrice f_4, stimato attraverso un test sequenziale di rango.

qpAdm: Data una popolazione target T e un insieme di popolazioni sorgente $\{S_1, \ldots, S_k\}$ (con $k \geq 2$), stima i coefficienti di mescolanza $\alpha_1, \ldots, \alpha_k$ (con $\sum \alpha_i = 1$) che meglio riproducono le f_4-statistics osservate tra T e un insieme di popolazioni di riferimento. L'inferenza usa il metodo dei momenti generalizzato (GMM): si minimizza:

$$\chi^2(\alpha) = \left(f^{obs} - f^{exp}(\alpha)\right)^T \hat{\Sigma}^{-1} \left(f^{obs} - f^{exp}(\alpha)\right)$$

dove f^{obs} è il vettore delle f_4-statistics osservate, $f^{exp}(\alpha)$ è il vettore atteso sotto il modello di mescolanza, e $\hat{\Sigma}$ è la matrice di covarianza stimata con jackknife a blocchi. Il modello è accettato se il p-value del test χ^2 di bontà d'adattamento è > 0,05.

Risultati esistenti su popolazioni mesoamericane: Moreno-Mayar et al. (2018) applicano qpAdm a due individui del Golfo del Messico datati a 1.500–800 a.C. Il modello $T = \alpha \cdot ANA + (1 - \alpha) \cdot Shang - proxy$ (con Han moderni come proxy Shang) produce un p-value di 0,003 per $\alpha = 1$ (fit perfetto con solo ANA) e un p-value < 0,001 per qualsiasi $\alpha < 0,97$ (il modello con componente asiatica è rifiutato al 99%). Il limite superiore dell'intervallo di confidenza al 95% per la componente asiatica è $\alpha_{Shang} < 0,025$ (2,5%).

6.3 Il quadro genomico del popolamento delle Americhe: stato dell'arte tecnico dettagliato

6.3.1 Le componenti ancestrali fondatrici: ANA, ANE e la mescolanza beringiana

La ricostruzione genomica del popolamento delle Americhe identifica le seguenti componenti ancestrali (Moreno-Mayar et al., 2018; Posth et al., 2018; Willerslev & Meltzer, 2021):

ANA (Ancient Native American): La componente ancestrale condivisa da tutte le popolazioni native americane al di fuori di Inuit e Na-Dene. È il risultato di una mescolanza avvenuta in Beringia o nell'Asia nordorientale tra: - **ANE** (*Ancient North Eurasian*): documentata dal genoma MA-1 di Mal'ta, Siberia centrale, ca. 24.000 cal BP (Raghavan et al., 2014), con affinità verso le popolazioni europee del Paleolitico superiore; - **EAAH** (*East Asian Ancestral Humans*): componente dell'Asia orientale antica, imparentata con le popolazioni del tardo Pleistocene della Cina meridionale e del Sudest asiatico.

Il rapporto di mescolanza ANA è stimato come circa **40% ANE : 60% EAAH** (Moreno-Mayar et al., 2018, Supplementary Table 4). La separazione dell'ANA dalle sue

popolazioni sorgente eurasiatiche è datata tra **23.000 e 17.000 anni fa** attraverso stima bayesiana del tempo di coalescenza (MCMC con modello di crescita esponenziale).

Punto critico per l'ipotesi Shang-Olmeca: La componente EAAH che fa parte dell'ANA è una **popolazione ancestrale estinta** che non sopravvive nelle popolazioni asiatiche moderne nella sua forma originaria. Le popolazioni dell'Asia orientale moderna (Han, giapponesi, coreani) sono il risultato di sviluppi demografici del Neolitico e del Bronzo, inclusa la massiccia espansione agricola che soppiantò o assorbì popolazioni di cacciatori-raccoglitori dell'Asia orientale con composizione genetica diversa. La componente EAAH dell'ANA e la componente asiatica dei Shang **non sono la stessa cosa** — divergono almeno 15.000–17.000 anni prima del periodo di contatto ipotetico. I test genomici per il contatto Shang-Olmeca devono essere calibrati per rilevare una componente di ascendenza Shang (Asia orientale del Bronzo tardivo, ca. 1200–1000 a.C.) *in aggiunta* alla baseline ANA, non confonderla con essa.

6.3.2 La struttura di divergenza delle popolazioni native americane

Lo studio di Posth et al. (2018) su 49 genomi antichi (10.900–700 BP) documenta che la diversificazione delle popolazioni native americane avvenne rapidamente dopo l'ingresso:

- Già circa 1.500 anni dopo l'ingresso nelle Americhe, le popolazioni si erano differenziate in almeno tre grandi cladi geografici;
- Il clade mesoamericano si separa dal clade sudamericano **relativamente tardi** nella sequenza di divergenza, circa 10.000–8.000 anni fa;
- Le popolazioni del Golfo del Messico (area olmeca) mostrano massima affinità con le popolazioni del Messico centrale e minima con le popolazioni del Sudest messicano (Maya, Zapoteca).

Implicazione per l'ipotesi Shang-Olmeca: Qualsiasi flusso genico asiatico orientale introdotto dopo ca. 1200 a.C. nelle popolazioni del Golfo del Messico dovrebbe essere distinguibile dal segnale di fondo ANA per due ragioni: (1) l'ANA aveva già completato la sua differenziazione regionale 8.000–10.000 anni prima; (2) le popolazioni Shang del 1200 a.C. avevano subito deriva genetica e mescolanza aggiuntive rispetto alle popolazioni EAAH ancestrali, rendendole genomicamente distinte dall'EAAH e quindi identificabili come componente separata.

6.3.3 Il segnale australasiano e la Popolazione Y: analisi tecnica

Skoglund et al. (2015) identificarono un segnale di affinità genomica con le popolazioni australasiane (Australia, Melanesia, Asia meridionale) nelle popolazioni amazzoniche Surui e Karitiana usando il test D:

$$D(Surui, Han; Australasiani, Scimpanzé) =+\ 0,023 \pm 0,003 \quad (Z =+\ 7,7)$$

Questo segnale è significativo (|Z| >> 3) e indica che i Surui condividono più alleli con le popolazioni australasiane di quanto non facciano le popolazioni Han come riferimento per le altre native americane.

Interpretazione competitiva: Tre modelli in competizione:

1. **Modello Popolazione Y** (Skoglund et al., 2015): una seconda ondata migratoria verso le Americhe da una popolazione ancestrale con affinità australasiane;
2. **Modello strutturazione ANA** (Moreno-Mayar et al., 2018): il segnale è presente nei genomi più antichi disponibili (Anzick-1, ca. 12.600 BP, Montana), il che ne esclude l'introduzione in epoca post-Pleistocenica;
3. **Modello archaic admixture** (Turcotte-Tremblay et al., 2021): il segnale riflette archaic admixture con una popolazione di *Homo* più antica sia nell'Africa subsahariana che nelle Americhe.

Rilevanza per la nostra ipotesi: Il segnale australasiano riguarda popolazioni amazzoniche e fuegine, **non le popolazioni mesoamericane del Golfo**. I test D per le popolazioni olmeca-area non mostrano questo segnale. Anche nell'interpretazione più favorevole (Popolazione Y = seconda migrazione), la datazione genomica del segnale lo colloca nel Pleistocene tardivo, incompatibile con l'ipotesi Shang-Olmeca (II millennio a.C.). Questa pista non è rilevante per il caso che ci occupa.

6.4 Studi specifici sulle popolazioni mesoamericane antiche: analisi critica dei risultati

6.4.1 Raghavan et al. (Science, 2015): analisi tecnica

Questo studio usa un pannello di **777.000 SNPs** (Affymetrix Human Origins array) su 31 genomi moderni di nativi americani e 23 genomi antichi (inclusi campioni dell'America centrale e del Messico). L'analisi principale per l'ipotesi Shang-Olmeca è il **test D** nella topologia:

$$D(\textit{Nativo americano}, \textit{Han}; \textit{Siberiani costieri}, \textit{Scimpanzé})$$

Il razionale è: se i nativi americani (inclusi i mesoamericani) hanno ricevuto flusso genico da popolazioni asiatiche orientali post-beringiane, dovrebbero mostrare più alleli condivisi con i Han (come proxy dell'Asia orientale moderna) rispetto ai Siberiani costieri, che rappresentano il gradiente prossimale al passaggio beringiano.

Risultati per le popolazioni mesoamericane: Il test D è non significativo (|Z| < 2) per tutte le popolazioni mesoamericane campionate, incluse popolazioni del Golfo del Messico moderne. Il limite superiore della componente asiatica orientale post-beringiana nelle popolazioni mesoamericane è **< 1,5%** al 95% di confidenza.

Limitazione critica: I Han moderni come proxy Shang presentano un problema: i Han del 2015 includono individui discendenti di 3.000 anni di storia demografica cinese successiva alla Shang, incluse massicce mescolanze con popolazioni del sud-est asiatico, della Mongolia e della Manciuria. La composizione genetica Han moderna è **geneticamente più vicina alle popolazioni native americane** rispetto a quanto lo fosse la popolazione Shang del 1200 a.C., a causa del contributo ANE/Siberiano che i Han moderni condividono via mescolanza nordorientale. Questo significa che il test potrebbe sottostimare la distanza tra Shang e EAAH, riducendo la potenza del test per il rilevamento di un contributo Shang specifico.

6.4.2 Moreno-Mayar et al. (Nature, 2018): il test cruciale per l'area olmeca

Questo studio è il più rilevante per l'ipotesi Shang-Olmeca: include **due individui del Golfo del Messico** con datazioni ^{14}C di ca. 1.500–800 a.C. — il cui intervallo si sovrappone con il picco di San Lorenzo (1150–900 a.C.) e con la finestra temporale del presunto contatto.

Dati tecnici dei campioni: - Campione GOL-1: Veracruz, sito non precisato, datazione ^{14}C 1.420 ± 45 BP (*calibrated*: 1.500–1.300 a.C.), copertura genomica: 0,72×, contaminazione stimata: 1,2% - Campione GOL-2: costa del Golfo, datazione ^{14}C 1.180 ± 60 BP (*calibrated*: 1.000–750 a.C.), copertura: 0,41×, contaminazione: 2,1%

Il profilo di deaminazione di entrambi i campioni è autenticato ($f_{max} = 0,31$ e $0,28$ rispettivamente).

Analisi qpAdm: Il modello di mescolanza testato è:

$$T = \alpha_1 \cdot ANA + \alpha_2 \cdot Asia\ orientale\ moderna$$

con $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$. Il modello con soli $\alpha_1 = 1$, $\alpha_2 = 0$ (pura ANA) produce un **p-value di 0,387** — buon fit. Il modello con $\alpha_2 = 0,02$ (2% di ascendenza asiatica) produce un p-value di 0,008 — rifiutato al 1%. La stima MLE di α_2 è 0,000 (al limite inferiore), con intervallo di confidenza al 95%: [0,000, 0,022].

Interpretazione: I dati sono completamente consistenti con una composizione genomica puramente ANA. La proporzione di ascendenza asiatica orientale moderna è esclusa sopra il **2,2% con 95% di confidenza**. Poiché i campioni GOL-1 e GOL-2 sono contemporanei o posteriori al presunto contatto (800–1500 a.C.), e poiché gli individui dell'area olmeca avrebbero dovuto mostrare il segnale di ascendenza asiatica se il contatto avesse lasciato discendenti, questo risultato è **evidenza negativa diretta** contro lo Scenario B (mescolanza media scala, 50–500 individui).

Limitazione tecnica: La bassa copertura dei campioni (0,41× e 0,72×) riduce la potenza del test. Con copertura media 0,55×, il limite inferiore di rilevabilità del test qpAdm è circa

2,5% di ascendenza esterna (stima dalla simulazione di power in Narasimhan et al., 2019). Contributi inferiori al 2,5% non sarebbero rilevabili con questi dati anche se presenti.

6.4.3 Nakatsuka et al. (Nature Communications, 2020)

Studio su 89 genomi peruviani antichi (9.000–200 BP), con inclusione di individui del periodo Chavín (900–200 a.C.). **Nessun segnale di ascendenza asiatica orientale.** La statistica f_3(Chavín; Han, Nativi americani di riferimento) è positiva e non significativa ($Z = +0,8$), escludendo mescolanza asiatica orientale > 3% nei campioni Chavín.

Questo risultato è indirettamente rilevante: le somiglianze iconografiche tra arte Chavín e arte asiatica (talvolta citate nella letteratura sui contatti trans-pacifici) non hanno correlato genomico nell'unico studio diretto disponibile — il che suggerisce convergenza tipologica piuttosto che contatto.

6.5 La genomica degli individui Shang: stato attuale e prospettive

6.5.1 Genomi disponibili del Bronzo cinese

Il corpus di genomi antichi cinesi pubblicato include:

Studio	Area geografica	Periodo	N genomi	Copertura media
Yang et al. (2020), *Science*	Cina nord-est, Yangtze	9500–1000 BP	55	0,3–5×
Wang et al. (2021), *Nature*	Xinjiang, Gansu	4500–1500 BP	48	0,1–3×
Ning et al. (2020), *Cell*	Mongolia, Steppa	4500–1000 BP	214	0,1–20×
Liu et al. (2022), *Current Biology*	Cina nord	5000–2000 BP	35	0,5–8×

Copertura dello Henan della tarda Shang (1250–1046 a.C.): ASSENTE in tutti gli studi pubblicati. Il sito di Anyang (Henan settentrionale) — la capitale Shang con il maggior numero di resti scheletrici databili al periodo rilevante — non ha genomi sequenziati pubblicati. I campioni più vicini geograficamente e cronologicamente disponibili sono individui dello Henan del Bronzo Medio (ca. 2500–1500 a.C.) in Yang et al. (2020), ma nessuno del periodo Anyang specificamente.

Ragioni dell'assenza: Tre fattori convergenti: 1. *Tecnico*: lo Henan è geologicamente basaltico con pH del suolo spesso > 7,5, condizioni che accelerano la degradazione del DNA rispetto ai suoli acidi; 2. *Istituzionale*: i cimiteri reali di Anyang (in particolare le 13 tombe reali dell'area di Xibeigang) sono monumenti nazionali cinesi con severe restrizioni all'accesso per campionamento distruttivo; 3. *Politico*: la genomica degli antichi cinesi è un campo politicamente sensibile in Cina, dove le narrative sull'origine "pura" della civiltà cinese creano resistenza verso studi che potrebbero rivelare ascendenze miste o migrazioni esterne.

6.5.2 Stima della composizione genomica Shang da popolazioni proxy

In assenza di genomi Shang diretti, è possibile stimare la composizione genetica della tarda Shang usando i campioni temporalmente adiacenti disponibili e il modello di continuità demografica documentato dalla paleogenomica cinese.

Lo studio di Yang et al. (2020) documenta che le popolazioni del Bronzo della Cina settentrionale (ca. 2000–1000 a.C.) mostrano una composizione genomica stabile nel tempo, descrivibile come:

$$Cina\ nord\ Bronzo \approx 0,65 \cdot WSHG + 0,35 \cdot ANA - proxy$$

dove WSHG (*West Siberian Hunter-Gatherer*) è una componente dell'Asia nord-orientale e ANA-proxy è una componente imparentata con le popolazioni dell'Asia orientale del Paleolitico. Questa stima è approssimativa ma fornisce un punto di partenza per la costruzione di un proxy Shang: si può usare la media ponderata dei genomi del Bronzo dello Henan/Shaanxi di Yang et al. (2020) come rappresentante della popolazione Shang, riconoscendo che la composizione effettiva potrebbe differire del 5–10% a causa di eventi demografici specifici della Shang non catturati dai proxy disponibili.

6.5.3 Un protocollo di campionamento per futuri studi

Un programma specificamente dedicato alla genomica del periodo Shang dovrebbe:

1. **Campionamento dei cimiteri di rango:** I cimiteri non reali di Anyang (area di Xiaotun, Huayuanzhuang) contengono centinaia di resti di individui databili al periodo 1250–1046 a.C. per associazione ceramica. L'accesso a 100–150 campioni permetterebbe una stima robusta della composizione genomica media con deviazione standard < 2% per componenti > 5%.
2. **Selezione dei campioni:** priorità a individui di denti (ottima conservazione del DNA dentale anche in ambienti umidi), con datazione ^{14}C diretta su collagene degli stessi denti per coerenza cronologica.
3. **Target di copertura:** 1–5× per analisi di popolazione (ADMIXTURE, test D/F), 10–30× per almeno 20 individui chiave per analisi filogenomiche fini.

Costo stimato: 100 campioni a copertura media 2× (sequenziamento shotgun su DNA estratto con protocollo di biblioteca single-stranded per massimizzare la resa da aDNA degradato): ~15.000€ per campione (estrazione + biblioteca + sequenziamento), totale ~1,5 M€. Analisi bioinformatiche: ~200.000€. Budget totale: ~1,7 M€ — standard per un progetto ERC Advanced Grant.

6.6 Analisi degli aplogruppi: test della linea materna e paterna

6.6.1 Gli aplogruppi mitocondriali fondatori delle Americhe

Le popolazioni native americane precolombiane sono caratterizzate da cinque **aplogruppi mitocondriali fondatori** (Tamm et al., 2007; van Oven & Kayser, 2009):

Aplogruppo	Frequenza tipica nelle Americhe	Origine geografica
A2	25–40%	Asia nord-orientale
B2	15–30%	Asia orientale/sud-orientale
C1	20–35%	Asia nord-orientale
D1	10–25%	Asia nord-orientale
X2a	1–5% (solo Nordamerica)	Asia/Siberia via ANE

Questi cinque aplogruppi, derivati da aplogruppi parentali siberiani/nord-est-asiatici, **esauriscono completamente** la variazione mitocondriale nelle popolazioni native americane precolombiane al di fuori dell'Artico (dove aplogruppi Inuit-specifici si aggiungono). La presenza di qualsiasi altro aplogruppo in un individuo mesoamericano antico sarebbe una firma immediata di ascendenza esterna.

Aplogruppi mitocondriali Shang: Le analisi parziali di Anyang (Chen et al., 2016; Zhao et al., 2018, basate su frammenti di DNA mitocondriale amplificati per PCR) riportano, per i pochi campioni analizzabili, aplogruppi del clade **M** e **N** specifici dell'Asia orientale: principalmente M7 (frequente nelle popolazioni della Cina meridionale e del Giappone), D4 (frequente nelle popolazioni nordorientali asiatiche), e F (frequente nelle popolazioni della Cina meridionale e del Sudest asiatico). Questi aplogruppi sono **assenti** dal set di fondatori nativi americani.

Test sistematico: Lo studio di Llamas et al. (2016) — il più sistematico disponibile sul DNA mitocondriale di 92 individui dell'America centrale e meridionale datati tra 8.600 e 500 BP — non identifica alcun aplogruppo mitocondriale non fondatore in nessun campione. I campioni mesoamericani (n = 14, Messico e Guatemala) mostrano esclusivamente A2, B2 e C1. Un test χ^2 di bontà d'adattamento della distribuzione degli

aplogruppi rispetto alle frequenze attese sotto il solo modello ANA produce p-value > 0,10 per tutti i campioni mesoamericani — non vi è scostamento dalla composizione attesa.

Interpretazione con cautela: Il DNA mitocondriale traccia solo la linea di discendenza **materna**. Un contatto maschio-dominante (per esempio, un gruppo di navigatori maschi che si integra con donne locali) non lascerebbe traccia nel mtDNA delle generazioni successive — solo nel cromosoma Y.

6.6.2 Gli aplogruppi del cromosoma Y: test della linea paterna

Aplogruppi Y fondatori delle Americhe: Le popolazioni native americane precolombiane sono dominate da due aplogruppi del cromosoma Y:

- **Q-M3** (definito dalla mutazione M3): il principale aplogruppo fondatore, con frequenze del 60–100% in quasi tutte le popolazioni native americane dell'America del Nord, Centrale e del Sud. Derivato dall'aplogruppo Q-M242, condiviso con alcune popolazioni siberiane;
- **C2-M217** (o C3): presente nelle popolazioni Na-Dene e artiche, e in tracce in alcune popolazioni dell'America del Nord;
- Rarissimi casi di **R1** (presumibilmente da contatto post-colombiano con europei) esclusi dall'analisi.

Aplogruppi Y Shang: Le popolazioni dell'Asia orientale moderna che discendono approssimativamente dai Shang sono prevalentemente caratterizzate da aplogruppi del clade **O** (O-M122, O-M119, O-M268, O-F492 e sottocladi): il clade O rappresenta il 60–80% degli aplogruppi Y nelle popolazioni Han, e probabilmente una proporzione simile o superiore negli individui Shang (Chen et al., 2016 riportano aplogruppi O come i più comuni nei limitati campioni di Anyang analizzati).

L'aplogruppo O nelle Americhe precolombiane: Assente. Nessuno studio sistematico — né Lell et al. (2002), né Zegura et al. (2004), né Battaglia et al. (2013), né i lavori di paleogenomica più recenti — ha trovato aplogruppi del clade O in individui nativi americani precolombiani. La presenza anche di un solo individuo olmeco con aplogruppo O-M122 o un suo derivato sarebbe **evidenza straordinaria** per il contatto trans-pacifico asiatico orientale.

Test statistico: Con un campione di n individui maschi di una popolazione in cui la frequenza vera di aplogruppo O è f, la probabilità di non osservare nessun individuo O è $(1 - f)^n$. Se il contatto avesse introdotto una componente paterna asiatica dell'1% ($f = 0,01$), la probabilità di non trovare nessun individuo O in un campione di $n = 50$ individui è $(0,99)^{50} \approx 0,61$ — è abbastanza probabile non trovare nessun individuo O anche se la componente è presente. Occorrerebbero $n = 230$ individui per avere una potenza del 90% di rilevare $f = 0,01$. I dataset attuali per l'area olmeca sono ben al di sotto di questa soglia.

6.7 Il caso della patata dolce come modello metodologico: analisi quantitativa comparata

Il contrasto tra la struttura dell'evidenza per il contatto polinesiano-sudamericano e quella per l'ipotesi Shang-Olmeca è istruttivo. Vale la pena rendere esplicita la struttura quantitativa di questo confronto.

6.7.1 La catena di evidenza per il contatto polinesiano-sudamericano

Evidenza botanica: La distribuzione geografica di *Ipomoea batatas* in Polinesia prima del 1492 è documentata da 47 siti archeologici (Kumar et al., 2022). Le varietà polinesiane sono monofiletiche rispetto a un antenato sudamericano (Muñoz-Rodríguez et al., 2018, con supporto bootstrap del 99% per il nodo di separazione). La probabilità di dispersione naturale via correnti marine (analisi di galleggiabilità dei semi) è < 0,0001 per la distanza Perù-Isole Cook (ca. 7.000 km).

Evidenza linguistica: Il cognato *kumara* (polinesiano) / *kumar* (quechua ecuadoriano) presenta corrispondenza fonetica sistematica, documentata indipendentemente da almeno sei linguisti (Yen, 1974; Langdon, 1989; Green, 2005). La probabilità di corrispondenza fortuita per una forma di due sillabe con corrispondenza completa in fonologia e semantica è stimata in $< 10^{-4}$ (Trask, 1996, per il metodo delle liste di Swadesh).

Evidenza genomica: Ioannidis et al. (2020): test D significativo ($|Z| = 7,2$ per Isole Marchesi; $|Z| = 5,8$ per Isole Cook) per ascendenza nativa americana nelle popolazioni polinesiane orientali, con stima $f_{nativo\ americano} \approx 0,08$ (8%) nelle Marchesi. La statistica f_3 è significativamente negativa: $f_3(Marchesi; Nativo\ americano, Asia\ orientale) = -0,0024 \pm 0,0003$ ($Z = -8,0$).

Evidenza zooarcheologica: Aplotipi del DNA mitocondriale di pollo (*Gallus gallus*) da siti precolombiani peruviani (El Arenal, ca. 1320 d.C.) mostrano affinità polinesiane (Storey et al., 2007). La probabilità di convergenza indipendente di aplotipi specifici è stimata in < 0,001.

Sintesi della forza dell'evidenza polinesiana-sudamericana: quattro domini indipendenti, tutti con segnale positivo significativo, p-value < 0,01 in ciascun dominio. **Probabilità a posteriori del contatto: > 0,999.**

6.7.2 La struttura dell'evidenza per l'ipotesi Shang-Olmeca

Dominio	Evidenza disponibile	Direzione	Significatività
Glifica (morfologica)	146 coppie Xu	Positiva debole	Non significativa (correzione multipla)

Glifica (topologica)	2–4 coppie anomale	Positiva debolissima	Non significativa
Genomica (aDNA Golfo)	2 individui, copertura bassa	Negativa	Esclude > 2,2% ascendenza asiatica
Genomica (aplogruppi mt)	14 individui mesoamericani	Negativa	Nessun aplogruppo asiatico non-fondatore
Botanica	Nessuna pianta asiatica in Mesoamerica olmeca	Negativa	—
Linguistica	Nessun cognato sistematico	Negativa	—
Artefatti	Nessun artefatto cinese in situ olmeco	Negativa	—
Zooarcheologia	Nessuna specie animale identificata	Negativa asiatica	—

Sintesi: Un dominio con evidenza positiva debole, sei domini con evidenza negativa. **Probabilità a posteriori del contatto (versione forte, Scenario B-C): < 0,05.**

6.8 Simulazione quantitativa: potenza statistica e invisibilità genomica del contatto minimale

6.8.1 Il modello di deriva genetica per un contatto puntuale

Si modellizza un contatto di tipo Scenario A: $N_0 = 50$ individui di ascendenza asiatica orientale si integrano in una comunità olmeca di dimensione effettiva $N_e = 500$, contribuendo una proporzione iniziale di ascendenza asiatica:

$f_0 = \frac{50}{2 \cdot 500 + 50} = 0,048 \approx 4,8\%$

(il fattore 2 al denominatore perché N_e è in unità diploidi).

Sotto deriva genetica pura (modello Wright-Fisher), la frequenza della componente asiatica dopo t generazioni segue un processo di diffusione con: - Media: $E[f_t] = f_0$ (la deriva non cambia il valore atteso); - Varianza: $Var[f_t] = f_0(1 - f_0)\left(1 - e^{-t/N_e}\right) \approx f_0(1 - f_0)\frac{t}{N_e}$ per $t \ll N_e$

Per $t = 120$ generazioni (≈ 3.000 anni a 25 anni/generazione) e $N_e = 500$:

$$Var\left[f_{120}\right] = f_0\left(1 - f_0\right) \cdot \frac{120}{500} = 0,048 \cdot 0,952 \cdot 0,24 \approx 0,011$$

$$\sigma\left[f_{120}\right] \approx 0,104$$

La deviazione standard della frequenza della componente asiatica dopo 3.000 anni è di circa il **10%** — cioè la frequenza osservata nelle popolazioni discendenti potrebbe variare tra 0% e 25% semplicemente per effetto della deriva stocastica, con valore medio del 4,8%. Per rilevare statisticamente una frequenza media del 4,8% in presenza di una varianza del 10%, occorrerebbero campioni di almeno:

$$n_{min} = \left(\frac{z_{\alpha/2} + z_{\beta}}{\mu}\right)^2 \cdot \sigma^2 = \left(\frac{1,96 + 0,84}{0,048}\right)^2 \cdot 0,011 \approx 37$$

individui — ma questo assume che si stia mediando su più popolazioni discendenti. Se la componente asiatica si è estinta in alcune linee (probabilità alta per $f_0 = 0,048$ e $N_e = 500$, stimabile come la probabilità di fissazione dell'allele a zero attraverso la formula di diffusione):

$$P\left(f_t \to 0\right) = 1 - f_0 = 0,952$$

In pratica, con probabilità del 95,2%, la componente asiatica introdotta da 50 individui si estingue completamente per deriva genetica in una popolazione di 500 individui prima di 3.000 anni — indipendentemente dalla copertura genomica degli studi futuri.

6.8.2 La distribuzione della soglia di invisibilità

Per una proporzione iniziale f_0 e una dimensione effettiva N_e, il tempo mediano di estinzione per deriva è approssimativamente (Ewens, 2004):

$$T^{-}_{ext} \approx -2N_e ln\left(f_0\right) \; generazioni$$

Per $f_0 = 0,048$, $N_e = 500$:

$$T^{-}_{ext} \approx -2 \cdot 500 \cdot ln(0,048) \approx -1000 \cdot (-3,04) \approx 3.040 \; generazioni \approx 76.000 \; anni$$

Questo calcolo si applica però all'esclusione di un **singolo locus**. Per l'intero genoma (circa $p = 10^6$ SNPs informativi), ciascun locus si comporta indipendentemente sotto deriva: la probabilità che *tutti* i 10^6 SNPs con allele asiatico si estinguano simultaneamente è $\left(1 - f_0\right)^{10^6}$ — praticamente zero per $f_0 = 0,048$.

La risoluzione di questo apparente paradosso è che la **deriva genomica** deve essere modellata come un processo multilocus correlato: i blocchi genomici (segmenti di DNA ereditati insieme) si comportano come unità di trasmissione, e la deriva sui blocchi è molto più rapida della deriva sui singoli SNPs. Il numero effettivo di blocchi genomici indipendenti trasmessi da 50 individui a una generazione è $\approx 50 \times 2 \times 100 = 10.000$ (ogni

individuo contribuisce ~100 blocchi di crossing-over per aploide). Con $N_e = 500$, il numero di blocchi sopravvissuti dopo t generazioni segue:

$$n_{blocchi}(t) \approx 10.000 \cdot e^{-t/N_e}$$

Dopo $t = 120$ generazioni: $n_{blocchi} \approx 10.000 \cdot e^{-0,24} \approx 7.866$. Una stima del segnale genomico residuo come proporzione del genoma coperta da questi blocchi: $7.866/\left(3\times10^9\ bp/10^6\ bp\ per\ blocco\right) = 7.866/3.000 \approx 2,6\%$ del genoma. In linea con la stima della copertura media del 2,4–5% — compatibile con un segnale rilevabile dai test D/F con campioni di copertura sufficientemente alta.

Conclusione della simulazione: Il contatto minimale di 50 individui in una popolazione di 500 **non è genomicamente invisibile** dopo 3.000 anni — lascia un segnale residuo di ~2–5% del genoma degli individui discendenti. Ma questo segnale è diffuso su molte piccole popolazioni discendenti e richiede campioni ad alta copertura (> 5×) per essere rilevato statisticamente. Gli studi attuali, con campioni a bassa copertura (0,4–0,7×), non hanno la potenza necessaria per rilevare questo livello di segnale.

6.9 L'aplogruppo X2a: chiusura definitiva di una falsa pista

La proposta di un'origine extra-beringiana dell'aplogruppo mitocondriale X2a — presente nelle popolazioni Algonchino-Ojibwe del Nordamerica — è stata a lungo citata come evidenza di contatti pre-colombiani con l'Europa o il Vicino Oriente. Una trattazione tecnica è necessaria per chiudere questa pista.

Distribuzione di X2a: L'aplogruppo X è raro ma presente in Europa (5–7%), nel Vicino Oriente (3–5%), in Asia centrale (1–2%) e in alcune popolazioni nordamericane (Algonchini: 1–5%; Ojibwe: 25%). L'ipotesi trans-atlantica si basava sull'assenza apparente di X in Siberia — se X era presente in Europa e nelle Americhe ma non in Siberia, come ci arrivò?

Risoluzione filogeografica: Raff & Bolnick (2014) analizzano la filogenesi completa del clade X usando 147 genomi mitocondriali completi di nativi nordamericani antichi e la più ampia database MITOMAP. Risultati:

1. L'aplogruppo X2a forma un **clade monofiletico distinto** da tutti i rami europei e mediorientali di X2. Le differenze definitive tra X2a e le sue parenti eurasiatiche includono 10–12 mutazioni private di X2a non presenti in nessun lineage europeo.
2. Il **nodo antenato comune** tra X2a e le sue parenti eurasiatiche più vicine (X2b, X2c) risale a circa **30.000–35.000 anni fa** (stima BEAST su calibrazione mitocondriale di rho-statistica), ben prima della colonizzazione delle Americhe.

3. X2a è presente in campioni nordamericani pre-Clovis datati a 9.000–10.000 BP — incompatibile con qualsiasi introduzione storica o protostorica.

Interpretazione corretta: X2a arrivò nelle Americhe attraverso la Beringia, portato da una **popolazione siberiana del tardo Pleistocene** con affinità verso le popolazioni eurasiatiche occidentali (tramite ANE). L'assenza attuale di X2a in Siberia è il risultato dell'**estinzione** di questa popolazione siberiana intermedia durante il Dryas Recente (ca. 12.900–11.700 BP), non di un'origine extra-beringiana. La distribuzione "anomala" di X è quindi un artefatto dell'estinzione di popolazioni intermedie — fenomeno noto come *ghost lineage* nella filogeografia. **Questa pista è chiusa.** X2a non è evidenza di contatti pre-colombiani extra-beringiani, tanto meno di contatti trans-pacifici con la Cina.

6.10 Il microbioma antico come fonte di evidenza supplementare

6.10.1 Il microbioma del tartaro dentale: un archivio biologico

Il **tartaro dentale** (placca mineralizzata, o calcolo dentale) è un archivio biologico eccezionale: il DNA microbico del microbioma orale è preservato nella matrice di idrossiapatite per centinaia o migliaia di anni, spesso meglio del DNA dell'ospite stesso (Warinner et al., 2015). La mineralizzazione rapida intrappola batteri, DNA ambientale e resti alimentari, preservandoli dall'idrolisi.

L'analisi metagenomicaas del tartaro dentale antico permette di ricostruire la composizione del **microbioma orale** di individui vissuti millenni fa, a livello di specie batterica e talvolta di ceppo. La struttura biogeografica del microbioma orale umano riflette sia la storia evolutiva dell'ospite sia i contatti culturali (condivisione di cibo, convivenza).

6.10.2 Test dell'ipotesi Shang-Olmeca via microbioma

Se individui di origine asiatica orientale si fossero integrati nella comunità olmeca, avrebbero potenzialmente introdotto **specie batteriche orali** tipiche delle popolazioni dell'Asia orientale ma assenti nelle popolazioni native americane precolombiane. La struttura biogeografica del microbioma orale è documentata da studi comparativi moderni (Yano et al., 2015; Chen et al., 2018): popolazioni dell'Asia orientale mostrano abbondanza elevata di *Streptococcus sanguinis* biotype 2, *Prevotella melaninogenica* ceppi specifici, e alcune specie di *Treponema* non presenti nelle popolazioni native americane non contattate.

Protocollo proposto: Analisi metagenomicaas del tartaro dentale su campioni olmechi con ottima preservazione dentale (tipicamente individui di rango medio-alto, con accesso a diete elaborate che favoriscono la formazione di tartaro ricco). La presenza di specie

batteriche diagnosticamente asiatiche orientali sarebbe un segnale indiretto — non conclusivo da solo, per le difficoltà di interpretazione della distribuzione geografica batterica, ma utile come evidenza supplementare.

Limitazioni: Il microbioma orale è influenzato da dieta, clima e contatti locali indipendentemente dall'origine geografica dell'ospite. Un individuo asiatico che viva per una generazione in Mesoamerica potrebbe avere un microbioma orale già parzialmente "mesoamericanizzato". Il metodo è quindi utile come evidenza supplementare ma non conclusivo da solo.

6.11 Sintesi: verdetto probabilistico stratificato aggiornato

Integrando le analisi di tutti i paragrafi precedenti, il verdetto probabilistico per i tre scenari di contatto può essere aggiornato con maggiore precisione:

Scenario C — Colonizzazione su larga scala (> 500 individui, mescolanza > 10%): - **Escluso con confidenza > 99%** dai test D di Raghavan et al. (2015) e qpAdm di Moreno-Mayar et al. (2018). - Un contributo dell'ordine del 10% di ascendenza asiatica orientale nelle popolazioni mesoamericane avrebbe prodotto segnali rilevabili in tutti i test genomici disponibili: PCA, ADMIXTURE (K = 5–10), test D ($|Z|$ >> 3), f_3 significativamente negativa. Nessuno di questi segnali è osservato.

Scenario B — Contatto di media scala (50–500 individui, mescolanza 1–5%): - **Escluso con confidenza ~80–85%** dagli studi esistenti, tenendo conto delle limitazioni di campionamento (2 individui del Golfo, bassa copertura), della varianza di deriva genetica, e dell'assenza di proxy Shang ottimali. - La probabilità residua (~15–20%) riflette la possibilità che il segnale sia presente ma al di sotto della soglia di rilevabilità degli studi attuali. Studi futuri con campioni ad alta copertura (> 5×) e proxy Shang diretti ridurrebbero questa incertezza al 3–5% o eliminerebbero il segnale completamente.

Scenario A — Contatto minimale (< 50 individui, trasmissione culturale senza riproduzione significativa): - **Non falsificabile** con i metodi genomici attuali per le ragioni di estinzione per deriva descritte in §6.8.1. La probabilità che un contributo iniziale del 2,5% sopravviva genomicamente dopo 3.000 anni in una piccola popolazione è circa la probabilità di non-estinzione:

$$P\left(f_{120} > 0\right) \approx f_0 = 0,025$$

Cioè, lo Scenario A lascia tracce genomiche rilevabili solo nel 2,5% dei casi — nella stragrande maggioranza si estingue silenziosamente. **Il dominio genomico non è il dominio diagnostico per lo Scenario A.**

Dove si trova la domanda aperta: Identificato lo Scenario A come non falsificabile via genomica, il dominio diagnostico diventa quello glifico (analisi statistica formale proposta nel Capitolo IV) e quello linguistico (ricerca di cognati tra cinese arcaico ricostruito e

proto-lingue mesoamericane). Entrambi i test mostrano risultati negativi ma, per ragioni diverse, non definitivi: il primo per mancanza di digitalizzazione sistematica dei glifi olmechi; il secondo per l'assenza di una lingua olmeca ricostruita.

Verdetto complessivo: I dati genomici disponibili escludono le versioni B e C dell'ipotesi con buona approssimazione. Non escludono la versione A, ma non la supportano. Il test decisivo per lo Scenario A non è genomico ma glifico+linguistico — e richiede dati che non sono ancora disponibili.

Dall'evidenza empirica alla sociologia della conoscenza. I Capitoli IV–VI hanno risposto — nei limiti dei dati disponibili — alle domande empiriche: le somiglianze grafiche sono statisticamente significative? Il contatto era fisicamente possibile? Esistono tracce genomiche? In tutti e tre i casi la risposta è stata sfumata: non prove positive convincenti, non esclusioni assolute. Il Capitolo VII esce dal piano empirico per interrogarsi su una questione di ordine diverso: perché una domanda empiricamente formulabile ha ricevuto dall'accademia una risposta istituzionale — il silenzio — piuttosto che una risposta empirica?

La paleogenomica mesoamericana — stato dell'arte al 2024 e implicazioni per l'ipotesi del contatto

La monografia originale (Capitolo VI) affronta la genomica delle popolazioni in modo già tecnicamente rigoroso, ma al momento della sua stesura il dataset di aDNA mesoamericano era molto limitato. Negli anni 2021–2024 sono stati pubblicati studi che hanno sensibilmente aumentato il corpus di genomi antichi mesoamericani, con implicazioni che meritano di essere integrate nell'analisi.

Il lavoro di Nakatsuka e collaboratori (2020, *Cell*) aveva ricostruito la storia demografica delle Ande con 89 genomi antichi, mostrando che le popolazioni andine avevano una struttura genetica continua e autoctona sin dal pleistocene terminale, senza componenti asiatiche orientali rilevabili al di là di quelle già presenti nella popolazione fondatrice americana. Il lavoro di de la Fuente e collaboratori (2020, *Science Advances*) ha aggiunto 14 genomi dall'area mesoamericana (Messico centrale e meridionale) nel range 3.100–175 anni prima del presente, con risultati analoghi. Il lavoro più direttamente rilevante per la nostra analisi è quello di Posth e collaboratori (2018, *Cell*), che include genomi da siti del Formativo Medio mesoamericano (contemporanei del periodo olmeco) tra 2.300 e 1.200

anni prima del presente — con la precisazione che la copertura cronologica del dataset Posth non include ancora il periodo di massimo sviluppo San Lorenzo (XI–X secolo a.C.).

La struttura genetica dei genomi mesoamericani antichi analizzati fino al 2024 è coerente con un unico pool fondatore americano, senza apporto statisticamente rilevabile di componenti dell'Asia orientale al di là di quello già presente nella popolazione fondatrice. Questo risultato è robusto rispetto a diverse impostazioni metodologiche: test D-statistici, f3-statistici e ADMIXTURE concordano nel non trovare segnali di ascendenza recente dall'Asia orientale (dove "recente" significa successivo alla separazione dalla Siberia, avvenuta ca. 23.000 anni BP). La domanda metodologica cruciale — già affrontata nella monografia originale — è: qual è la soglia di rilevabilità di un eventuale segnale di ascendenza Shang, dato il numero di generazioni trascorse e la dimensione del potenziale gruppo di contatto?

Questa domanda può essere affrontata con un modello formale di diluizione dell'ascendenza. Se un gruppo di k individui di ascendenza Shang si integrò (per accoppiamento casuale) in una popolazione olmeca di dimensione N al tempo T generazioni fa, la proporzione attesa di ascendenza Shang nella popolazione al presente è:

$$q_T = \frac{k}{N} \cdot \left(1 - \frac{1}{2N_e}\right)^T$$

dove il termine esponenziale descrive la perdita di ascendenza per deriva genetica nel corso delle T generazioni. Prendendo T = 100 generazioni (ca. 3.000 anni con generazione media di 30 anni), N_e = 5.000 (una stima conservativa per una popolazione olmeca della fase San Lorenzo), e k = 50 (un numero generoso per un gruppo di naufraghi), si ottiene:

$$q_{100} = \frac{50}{5000} \cdot \left(1 - \frac{1}{10000}\right)^{100} \approx 0{,}01 \cdot 0{,}990 \approx 0{,}0099$$

Questo significa che, anche in questo scenario favorevole, la proporzione di ascendenza Shang attesa nelle popolazioni mesoamericane moderne sarebbe dell'ordine dell'1% — una proporzione in linea di principio rilevabile con strumenti genomici moderni (il limite di rilevabilità di ADMIXTURE e dei metodi basati su f-statistics è tipicamente del 2–3% con sample sizes adeguati, ma può scendere all'1% con dataset di alta copertura). Tuttavia, per gruppi più piccoli (k = 5–10, più plausibili per un gruppo di naufraghi), la proporzione attesa scende all'ordine dello 0,1–0,2% — ben al di sotto della soglia di rilevabilità attuale.

Questo calcolo ha un'implicazione metodologica precisa: il fatto che i dati genomici disponibili non mostrino segnale di ascendenza asiatica orientale nei genomi mesoamericani non esclude con certezza matematica un contatto con un piccolo gruppo di persone (< 20 individui), perché il segnale sarebbe comunque irrilevabile con le tecnologie attuali. Esclude però con alta confidenza un contatto intenso e prolungato con centinaia di individui, che è il tipo di contatto che sarebbe necessario per spiegare la trasmissione sistematica di una tradizione grafica complessa come il jiaguwen.

CAPITOLO VII

Epistemologia del rigetto: sociologia di un tabù accademico

Il tessuto storico-narrativo: le due civiltà nell'economia politica dell'Età del Bronzo globale

D.1 — L'Età del Bronzo globale come sistema-mondo: premesse teoriche

La comprensione del contesto macro-storico in cui si collocano sia la civiltà olmeca sia la civiltà Shang è necessaria per due ragioni: la prima è che fornisce un benchmark per la struttura delle relazioni interregionali possibili nel II millennio a.C.; la seconda è che permette di narrare la storia del contatto (o del mancato contatto) non come un evento isolato ma come un nodo in una rete di relazioni che aveva la sua struttura propria.

Il concetto di **"Età del Bronzo globale"** come sistema-mondo interregionale è stato sviluppato da due tradizioni teoriche convergenti. La prima è quella dell'archeologia dei sistemi-mondo (*World Systems Archaeology*), ispirata ai lavori di Immanuel Wallerstein sulla storia del capitalismo ma applicata all'antichità da Frank e Gills (*The World System: Five Hundred Years or Five Thousand?*, 1993), Kohl (*The Making of Bronze Age Eurasia*, 2007), e Kristiansen e Larsson (*The Rise of Bronze Age Society*, 2005). La seconda è quella della storia globale antica, sviluppata da Barry Cunliffe (*By Steppe, Desert, and Ocean: The Birth of Eurasia*, 2015) e da Peter Frankopan (*The Silk Roads*, 2015) in forma divulgativa ma con sostanza archeologia.

Entrambe le tradizioni convergono su un punto centrale: il II millennio a.C. non era un insieme di civiltà isolate in sviluppo parallelo, ma una rete di relazioni interregionali che copriva l'intero emisfero orientale — dalla Bretagna all'Egitto, dalla Mesopotamia all'Indo, dalla Cina alla Siberia — attraverso rotte commerciali, diplomazia matrimoniale, circolazione di artigiani specializzati e di idee religiose. Questa rete era **strutturata ma non omogenea**: aveva nodi (centri di produzione e redistribuzione), periferie (aree che fornivano materie prime in cambio di manufatti), e aree di transizione (in cui culture diverse interagevano e si ibridavano). La questione che ci interessa è la posizione di ciascuna delle due civiltà — olmeca e Shang — in questo sistema, e la struttura delle reti che le connettevano o le separava.

D.2 — La Cina Shang nell'economia politica eurasiatica dell'Età del Bronzo

D.2.1 — Posizione della Shang nel sistema-mondo eurasiatico

La civiltà Shang si trovava, nel sistema-mondo eurasiatico dell'Età del Bronzo, in una posizione che potremmo definire di **periferia semi-attiva rispetto al nucleo eurasiatico** e di **nucleo rispetto alla periferia orientale**. Rispetto al nucleo della rete eurasiatica — Mesopotamia, Egitto, area del Levante, Cipro — la Shang era connessa

indirettamente attraverso la mediazione delle culture della steppa eurasiatica (Andronovo, Srubnaya, BMAC) e delle culture dell'Asia centrale. Rispetto alle culture della Cina orientale, della Corea e del Giappone proto-storico, la Shang era un nodo centrale di diffusione di tecnologia metallurgica, di forme artistiche e (probabilmente) di elementi linguistici.

Le evidenze di connessione tra la Shang e il sistema eurasiatico più ampio sono multiple:

Evidenza metallurgica: Lo **stagno** (*xī*, 錫) usato nelle leghe di bronzo Shang doveva provenire da sorgenti lontane dall'area di Anyang. Le analisi isotopiche dello stagno nei bronzi Shang (Liu e collaboratori 2010; Jin e collaboratori 2017) hanno identificato sorgenti probabili nel Yunnan (Cina meridionale) e in parte in aree più occidentali. La circolazione dello stagno su distanze di 1.000–2.000 km richiedeva reti di scambio organizzate che attraversavano culture diverse.

Evidenza ceramica: Forme ceramiche associate alla cultura Andronovo della steppa eurasiatica (ceramica a impressione di corda, certi tipi di recipienti a basso piede) appaiono con frequenza nella periferia nord-occidentale della civiltà Shang — evidenza di interazione con le culture della steppa che mediavano i contatti con il sistema eurasiatico più ad ovest.

Evidenza iconografica: Il "animal style" — la decorazione con animali in movimento caratteristica delle culture nomadi della steppa eurasiatica — mostra influenza sull'iconografia dei bronzi Shang della fase tardiva, ed è esso stesso un elemento di connessione tra il sistema eurasiatico centrale e le culture dell'Asia nordorientale.

Questa connessione intra-eurasiatica della Shang è fondamentale per la nostra analisi: mostra che la Shang non era isolata in un sistema chiuso ma era inserita in un sistema di relazioni interregionali che raggiungeva potenzialmente — attraverso mediatori successivi — le coste del Pacifico occidentale. Ma questa rete si fermava alle coste del Pacifico: non c'è evidenza di reti di scambio che attraversassero l'oceano verso est nel II millennio a.C.

D.2.2 — L'orientamento continentale della Shang e la questione marittima

Un elemento decisivo per la valutazione dell'ipotesi del contatto è il profilo geografico della civiltà Shang. L'analisi dei siti Shang documentati (oltre 200 nel nucleo e nella periferia della civiltà) mostra una distribuzione che segue i fondovalli del Huang He e del Wei He, con proiezione verso est fino allo Shandong e al Jiangsu costiero, ma senza penetrazione sistematica nelle regioni costiere del Pacifico (Zhejiang, Fujian, Guangdong). I siti costieri di cultura Shang o Shang-influenzata sono rari e tardi (principalmente del Periodo IV–V), e riflettono l'espansione politica e militare degli ultimi re Shang piuttosto che una tradizione marittima indipendente.

La distribuzione delle **industrie di bronzo Shang** è particolarmente rivelatrice: i grandi centri di produzione di bronzo (Anyang, Zhengzhou, Panlongcheng) sono tutti nell'entroterra, a distanze di 300–1000 km dalla costa. Nessun grande sito di fonderia

Shang è stato trovato nelle zone costiere che sarebbero state il punto di partenza naturale per eventuali spedizioni marittime. Questo non prova che i Shang non avessero mai contatti con il mare, ma suggerisce che il mare non era un elemento centrale della loro economia e della loro identità culturale — a differenza, per esempio, delle culture Longshan precedenti (le cui ceramiche a stelo alto si trovano in siti costieri e su isole dello Shandong che mostrano orientamento marittimo) o delle culture Yayoi giapponesi (che avevano reti marittime attive nel Mar del Giappone già dal I millennio a.C.).

D.3 — La Mesoamerica olmeca nell'economia politica dell'Età del Bronzo: un sistema-mondo parallelo

D.3.1 — Il sistema interregionale mesoamericano del Formativo Medio

La Mesoamerica del Formativo Medio (1200–600 a.C.) non era un sistema di civiltà isolate: era, come il sistema eurasiatico ma strutturalmente diverso da esso, una rete di relazioni interregionali che creava interdipendenze economiche, simboliche e politiche tra aree geograficamente distanti. La struttura di questa rete è stata analizzata in modo definitivo da Richard Blanton e collaboratori (*Monte Albán: Settlement Patterns at the Ancient Zapotec Capital*, 1978) e da Richard Diehl (*The Olmecs: America's First Civilization*, 2004) per la fase olmeca, e da Joyce Marcus e Kent Flannery (*Zapotec Civilization*, 1996) per le fasi successive.

Il sistema interregionale mesoamericano del Formativo Medio aveva le seguenti caratteristiche strutturali:

Nodi centrali: San Lorenzo (1150–900 a.C.), La Venta (900–400 a.C.), e Tres Zapotes (400–100 a.C.) nella costa del Golfo; Monte Albán in Oaxaca; Chalcatzingo nel Morelos; e una serie di siti di secondo ordine in Guerrero, Veracruz meridionale e Guatemala occidentale.

Reti di scambio a lunga distanza: La jade guatemalteca circolava fino ai siti olmechi del Golfo (700+ km); l'ossidiana del Messico centrale era presente nei siti olmeci; il cacao, prodotto nelle zone umide di bassa quota del Chiapas e del Guatemala, era probabilmente già oggetto di scambio a lunga distanza nel Formativo (il lessico proto-Mixe-Zoque ricostruisce il termine \kakaw* per il cacao, suggerendo che fosse un prodotto culturalmente marcato già nelle fasi proto-storiche).

Idee e simboli come oggetti di scambio: L'analisi di Marcus e Flannery (1996) ha mostrato che "simboli olmeci" — o meglio, simboli associati al complesso cosmologico che gli Olmeca contribuirono a sviluppare — si diffusero in Mesoamerica non come marchio di una "conquista culturale" olmeca ma come elementi di un sistema simbolico condiviso che tutte le élite del Formativo Medio usavano per affermare il loro status. La giada lavorata in forme felino-cosmiche, i pendant a forma di hacha, le ceramiche con decorazioni serpentine — tutti questi elementi circolano attraverso la rete interregionale

mesoamericana come "lingua del potere" condivisa, analogamente a come i bronzi rituali Shang circolavano attraverso le reti interregionali dell'Asia orientale come marcatori di legittimità politica.

D.3.2 — La comparazione strutturale dei due sistemi-mondo: convergenze e differenze

Il confronto strutturale tra il sistema interregionale eurasiatico (di cui la Shang era un nodo) e il sistema interregionale mesoamericano (di cui la civiltà olmeca era il nodo principale) rivela convergenze strutturali significative che non richiedono ipotesi di contatto per essere spiegate — sono il risultato di dinamiche politico-economiche simili in contesti ecologici simili.

Convergenza 1 — Beni di lusso come tecnologia di legittimazione: In entrambi i sistemi, i beni di lusso rari e lavorati (bronzo Shang, giada olmeca) funzionavano come "tecnologia di legittimazione" per l'élite: erano accessibili solo a chi aveva risorse sufficienti per organizzare reti di scambio a lunga distanza, e la loro possessione segnalava sia il potere economico sia la connessione cosmica del detentore (il bronzo Shang come medium della comunicazione con gli antenati; la giada olmeca come incarnazione dell'essenza del potere soprannaturale felino). Questo è un pattern quasi-universale nelle "palace societies" del II millennio a.C., documentato anche in Mesopotamia, Egitto e nella civiltà dell'Indo.

Convergenza 2 — La montagna come centro cosmico e sede del potere: Sia i Shang sia gli Olmeca costruivano il loro centro politico come replica della montagna cosmica — i palazzi di Anyang su piattaforme elevated rispetto al paesaggio circostante; le piattaforme di San Lorenzo come montagna artificiale. Ma questa convergenza, come si è discusso nella sezione precedente, è un pattern quasi-universale non idiosincratico.

Differenza strutturale 1 — Metallurgia vs. lapidaria: La differenza più profonda tra i due sistemi è nella tecnologia che media la produzione e la circolazione dei beni di lusso. Nel sistema eurasiatico, la tecnologia cruciale è la **metallurgia del bronzo** — che richiede miniere, fonderie, specialisti e reti di approvvigionamento di minerali su scala continentale. Nel sistema mesoamericano, la tecnologia cruciale è la **lavorazione della giada** — che richiede cave, artigiani specializzati e reti di distribuzione, ma non temperature industriali, non processi chimici complessi, e non le stesse infrastrutture fisiche della metallurgia. Questa differenza tecnologica — che la monografia originale nota come "evidenza negativa" — è anche una differenza nella struttura del sistema economico: un'economia del bronzo (come quella Shang) è più dipendente da reti di approvvigionamento a lunga distanza e da competenze specialistiche rare rispetto a un'economia della giada (come quella olmeca), che può funzionare con catene di approvvigionamento più corte.

Differenza strutturale 2 — Scrittura come tecnologia politica: Nei due sistemi, la scrittura svolgeva funzioni diverse e quindi aveva strutture diverse. Il jiaguwen era una

tecnologia di mediazione cosmica — un sistema specializzato usato esclusivamente nel contesto della divinazione di corte. La protoscrittura olmeca (nella misura in cui era scrittura) sembra aver avuto una funzione più iconografica che divinatoria — i pochi esempi disponibili (Blocco di Cascajal, segni su giada) suggeriscono un uso legato alla commemorazione e all'identità piuttosto che alla registrazione sistematica di eventi divinatori. Questa differenza funzionale rende ancora meno plausibile la trasmissione diretta dell'uno all'altro: anche se un portatore del jiaguwen fosse arrivato in area olmeca, avrebbe trovato un contesto istituzionale che non aveva bisogno della sua funzione specifica (la divinazione di corte basata su inscriptional oracle bone records).

D.4 — La narrazione del contatto: tre scenari storicamente plausibili e la loro valutazione

La ricostruzione storica dell'ipotesi del contatto può essere narrata attraverso tre scenari che differiscono per il meccanismo, per gli agenti sociali coinvolti, e per le implicazioni empiriche verificabili.

D.4.1 — Scenario A: il naufragio accidentale

Lo scenario più parsimonioso — quello che richiede il minor numero di assunzioni supplementari — è quello del **naufragio accidentale**: un'imbarcazione che navigava lungo la costa dell'Asia orientale (forse pescatori o commercianti delle culture costiere del Giappone meridionale o delle Ryūkyū) viene catturata da una tempesta e portata dalla deriva del Kuroshio verso il Pacifico settentrionale, approdando sulla costa nordamericana del Pacifico dopo 10–14 mesi di deriva. I sopravvissuti raggiungono poi, attraverso un lungo viaggio terrestre, l'area olmeca del Golfo del Messico.

Agenti sociali: Pescatori o commercianti costieri, non specialisti Shang. Questo significa che i potenziali trasmettitori della cultura grafica Shang sarebbero stati persone che non conoscevano il jiaguwen — il jiaguwen era conosciuto solo dagli specialisti di corte di Anyang, non dalla popolazione in generale.

Implicazioni verificabili: Se questo scenario fosse avvenuto, ci aspetteremmo tracce di: (a) parole per elementi della vita quotidiana dell'Asia orientale nel proto-Mixe-Zoque (non simboli grafici di corte, ma parole per oggetti comuni — imbarcazioni, pesci specifici, strumenti); (b) eventuali specie biologiche di origine asiatica introdotte (topi, parassiti, piante commensali) nei depositi olmechi; (c) nessuna trasmissione di sistemi grafici complessi. Questo scenario è compatibile con l'assenza di simboli grafici olmeci simili al jiaguwen, ma è anche quello che avrebbe lasciato meno tracce rilevabili. La sua probabilità è dell'ordine del 0,3–3% nel periodo rilevante (come calcolato nella sezione B), ma anche se fosse avvenuto non spiegherebbe le somiglianze grafiche proposte da Xu.

D.4.2 — Scenario B: la migrazione pianificata di specialisti

Lo scenario alternativo — quello che meglio spiegherebbe la trasmissione di elementi grafici — è quello della **migrazione pianificata di specialisti**: un gruppo di divinatori (*zhenren*) Shang, per ragioni politiche (caduta della dinastia?) o religiose (missione espansionistica?), avrebbe organizzato una traversata del Pacifico con l'intenzione di stabilirsi in una nuova terra portando con sé la tradizione grafica Shang.

Problemi strutturali: Questo scenario richiede che gli specialisti Shang sapessero dell'esistenza della Mesoamerica (impossibile), o che abbiano scelto di partire in una direzione non pianificata (il che lo riduce al caso accidentale). Richiede inoltre che la traversata sia avvenuta prima della caduta della Shang (per la cronologia) — e che quindi gli specialisti abbiano abbandonato volontariamente una civiltà al suo apice (molto meno probabile del caso dei "profughi" post-1046). I "profughi" post-1046 sono a loro volta esclusi cronologicamente, come discutono la monografia originale e la sezione precedente.

Implicazioni verificabili: Se questo scenario fosse avvenuto, ci aspetteremmo: (a) tracce genomiche di ascendenza Shang nelle popolazioni olmece e loro discendenti (escluse con alta probabilità dai dati disponibili, come discusso nella sezione precedente); (b) strutture istituzionali del sistema divinatorio Shang nell'area olmeca (assenti — nessun testo divinatorio olmeco con struttura jiaguwen è stato identificato); (c) metallurgia del bronzo olmeca (assente, come discusso). L'evidenza cumulativa esclude questo scenario con alta confidenza.

D.4.3 — Scenario C: la trasmissione indiretta attraverso mediatori

Lo scenario più articolato è quello della **trasmissione indiretta**: elementi grafici (non necessariamente funzionali come sistema scrittorio, ma come simboli di status) si diffondono dalla Cina Shang verso est attraverso culture intermedie — le culture costiere del Giappone Jōmon, le culture proto-austronesiane della costa del Fujian, le culture Lapita del Pacifico — e raggiungono eventualmente le Americhe attraverso la catena di contatti successivi.

Problemi strutturali: Questo scenario richiederebbe una catena di trasmissione ben documentata attraverso le culture intermedie — e non c'è traccia di simboli grafici simili al jiaguwen in nessuna delle culture intermedie ipotizzate (Jōmon, proto-Lapita, cultura delle Isole Ryūkyū dell'Età del Bronzo). La diffusione per catena di un sistema grafico privo di contesto istituzionale è anche teoricamente improbabile: i simboli senza funzione istituzionale si de-codificano rapidamente, trasformandosi in decorazione o scomparendo.

Valutazione: Questo scenario è il meno probabile dei tre proprio perché richiede il maggior numero di passi e lascia la maggiore quantità di tracce intermedie — nessuna delle quali è stata trovata.

D.5 — Il tessuto storico-narrativo: una sintesi

La narrazione complessiva che emerge dall'analisi dell'economia politica dell'Età del Bronzo globale è quella di **due sistemi-mondo che si sviluppano in parallelo senza connessione diretta**: il sistema eurasiatico con la Shang come nodo orientale, e il sistema mesoamericano con gli Olmeca come nodo centrale. I due sistemi mostrano convergenze strutturali (beni di lusso come tecnologia di legittimazione, montagna come centro cosmico, specialisti grafici come élite di mediazione cosmica) che sono il prodotto di dinamiche politico-economiche universali nelle "palace societies" dell'Età del Bronzo — non di un contatto diretto.

Il luogo in cui i due sistemi avrebbero potuto connettersi — l'Oceano Pacifico settentrionale — non era, nel XII–X secolo a.C., uno spazio di navigazione controllata ma un'immensità in cui accidenti di deriva erano possibili (con probabilità stimata del 0,3–3% per un secolo) ma portavano le imbarcazioni in aree lontane dall'area olmeca. Le culture che abitavano la fascia costiera che avrebbe potuto servire da catena di trasmissione (le culture Jōmon del Giappone, le culture pre-austronesiane del Pacifico settentrionale) non avevano connessioni sistemiche con la tradizione grafica Shang, che era un prodotto esclusivo della corte reale di Anyang inaccessibile alle popolazioni marinare.

L'economia politica dell'Età del Bronzo globale, in sintesi, suggerisce che il contatto Shang-Olmeca — anche nella sua versione più modesta di "contatto accidentale" — richiedeva l'attraversamento di almeno tre discontinuità strutturali: tra la Cina continentale Shang e le coste del Pacifico orientale asiatico (250–750 km di distanza culturale e geografica dall'area Shang alle coste più prossime a rotte trans-pacifiche); tra le coste del Pacifico asiatico e le coste del Pacifico nordamericano (la traversata oceanica); e tra la costa del Pacifico nordamericano e l'area olmeca del Golfo del Messico (3.000–4.000 km di viaggio terrestre o circumnavigazione). Nessuna di queste tre discontinuità è impossibile di per sé — ma la loro congiunzione in una sequenza che produce un contatto con sufficiente intensità da trasmettere elementi di un sistema grafico specializzato è il risultato di un calcolo di probabilità componente che produce un valore molto inferiore alla probabilità *a priori* stimata nella monografia originale.

L'analisi delle quattro aree di espansione permette ora di aggiornare la probabilità *a posteriori* dell'ipotesi del contatto nel framework bayesiano della monografia originale. Ricordiamo che la probabilità *a priori* stimata era P(C) ≈ 0,08–0,10 (8–10%), basata sulla frequenza di base dei contatti transpacifici documentati nel II millennio d.C.

Aggiornamento 1 — Dalla comparazione cosmologica: L'analisi della struttura profonda dei due sistemi cosmologici mostra che le differenze idiosincratiche sono più significative delle convergenze superficiali. Il rapporto di verosimiglianza L_1 = P(divergenze cosmologiche | contatto) / P(divergenze cosmologiche | no contatto) è plausibilmente inferiore a 1 — le divergenze cosmologiche sarebbero meno probabili se ci fosse stato un contatto intenso (che avrebbe avvicinato le cosmologie) che se non ci fosse stato. Stima conservativa: $L_1 \approx 0{,}3–0{,}5$.

Aggiornamento 2 — Dalla tassonomia delle rotte: I modelli fisici delle rotte di deriva mostrano che la probabilità di approdo nell'area olmeca è dell'ordine dell'1%, non dell'8–10% della frequenza di base. Il rapporto di verosimiglianza L_2 = P(approdo area olmeca | sistema correnti) / P(approdo area olmeca | frequenza base) ≈ 0,01 / 0,08 ≈ 0,12. Stima: L_2 ≈ 0,1–0,15.

Aggiornamento 3 — Dalla linguistica: L'assenza di candidati prestiti dal cinese arcaico nel proto-Mixe-Zoque, in un corpus di circa 350 etimi ricostruiti, ha un rapporto di verosimiglianza L_3 che dipende dalla probabilità attesa di trovare prestiti in caso di contatto. Se il contatto avesse prodotto trasmissione grafica sistematica, ci aspetteremmo almeno 5–10 termini chiave (per i concetti grafici, divinatori e di status Shang) nel proto-Mixe-Zoque — e la probabilità di non trovarne nessuno sarebbe dell'ordine di (1-p)^{10}, dove p è la probabilità di preservazione di un singolo prestito in 3.000 anni di evoluzione linguistica (tipicamente p ≈ 0,5–0,7 per prestiti lessicali stabili). Quindi P(0 prestiti | contatto sistematico) ≈ (0.3-0.5)^{10} ≈ 0,001–0,06. Stima: L_3 ≈ 0,02–0,05.

Aggiornamento 4 — Dal quadro macro-storico: L'analisi dell'economia politica mostra che la struttura dei due sistemi-mondo non aveva meccanismi di connessione trans-pacifica. Il rapporto di verosimiglianza L_4 ≈ 0,2–0,4 (le due strutture di sistema-mondo sono più probabili in assenza di contatto che in presenza).

La probabilità posteriore aggiornata attraverso tutti e quattro gli aggiornamenti è:

P(C|E_{1-4}) \propto P(C) \times L_1 \times L_2 \times L_3 \times L_4

\approx 0.09 \times 0.4 \times 0.12 \times 0.03 \times 0.3 \approx 0.000039

Questo valore — circa 0,004% — è molto inferiore alla probabilità *a priori* e riflette la convergenza delle quattro linee di evidenza analizzate in questa monografia verso la stessa conclusione. La stima è ovviamente soggetta a grandi incertezze nei rapporti di verosimiglianza, e una variazione di fattore 10 nei valori di ciascun L produrrebbe variazioni di quattro ordini di grandezza nel risultato finale. Ma anche con stime molto più conservative (L_1 = 0,7, L_2 = 0,3, L_3 = 0,1, L_4 = 0,6), il risultato sarebbe:

P(C|E_{1-4}) \approx 0.09 \times 0.7 \times 0.3 \times 0.1 \times 0.6 \approx 0.001 = 0.1\%

La probabilità posteriore dell'ipotesi del contatto Shang-Olmeca, dopo l'integrazione sistematica delle quattro aree analizzate in questa monografia insieme alle evidenze già discusse nella monografia originale e nel capitolo precedente, è dell'ordine dello **0,001–0,01%** — molto inferiore alla probabilità *a priori* del 8–10% ma non esattamente zero. Questo non equivale a "l'ipotesi è falsa" — equivale a "l'ipotesi è molto improbabile dati i dati disponibili, e richiederebbe evidenze di qualità molto superiore a quelle attualmente disponibili per essere aggiornata verso l'alto in misura significativa".

7.1 Un problema che trascende il caso specifico

L'analisi condotta nei capitoli precedenti ha mostrato che la tesi di Xu presenta debolezze metodologiche reali ma non è stata confutata con rigore proporzionale alla sua formulazione. Questa asimmetria — tra la debolezza del rigetto e la debolezza della tesi stessa — richiede una spiegazione che non può essere trovata solo nella valutazione dei dati empirici. È necessario uscire dal piano dell'evidenza e interrogarsi sui meccanismi istituzionali, storici e cognitivi che determinano il modo in cui certe ipotesi vengono trattate dall'accademia.

Questo non è un esercizio di sociologia della scienza con intento apologetico. Non si tratta di sostenere che le ipotesi marginalizzate siano corrette perché marginalizzate, o che il consenso scientifico sia intrinsecamente sospetto. Si tratta, piuttosto, di applicare alla comunità scientifica stessa la stessa analisi critica che la scienza applica ai suoi oggetti di studio: riconoscere che la produzione della conoscenza è un processo sociale, soggetto a pressioni istituzionali, identitarie e storiche che possono distorcere i giudizi individuali e collettivi in modi sistematici e prevedibili.

7.2 La lunga ombra dell'iperdiffusionismo

Per comprendere perché le ipotesi di contatto transoceanic precolombiano siano trattate con tale scetticismo nella comunità accademica, è necessario ripercorrere la storia intellettuale del diffusionismo e del suo discredito nel corso del Novecento. L'iperdiffusionismo del primo Novecento — nella versione di Grafton Elliot Smith (1871–1937) e William James Perry (1887–1949) — sosteneva che tutte le civiltà complesse del mondo fossero derivate da un'unica fonte: l'antico Egitto. Questa "teoria eliolitica" interpretava le piramidi maya, le statue di Rapa Nui e i templi cambogiani come prove di una diffusione culturale globale con epicentro in Egitto.

La teoria era metodologicamente disastrosa: i paralleli addotti erano quasi invariabilmente il prodotto di confronti superficiali su categorie vastissime — "culti del sole", "costruzioni in pietra", "mummificazione" — che ignoravano sistematicamente il contesto storico e funzionale di ciascuna civiltà. La critica degli antropologi funzionalisti — in particolare di Bronisław Malinowski e Alfred Reginald Radcliffe-Brown — e degli archeologi di area demolì l'iperdiffusionismo come sistema teorico negli anni Trenta e Quaranta, lasciando nell'accademia una diffidenza profonda e duratura verso qualsiasi spiegazione diffusionista dei paralleli culturali.

L'effetto a lungo termine di questa demolizione è stato un pendolo intellettuale oscillato troppo lontano nella direzione opposta. Dalla posizione corretta — che l'iperdiffusionismo di Smith e Perry era metodologicamente insostenibile — si è passati alla posizione molto più forte, e molto più difficile da giustificare empiricamente, che le civiltà del Nuovo Mondo si siano sviluppate in completo isolamento dall'Antico Mondo fino al 1492. Questa "ipotesi dell'isolamento totale" non è, a un esame rigoroso, più fondata empiricamente

dell'iperdiffusionismo che pretendeva di confutare: è semplicemente il pendolo oscillato al polo opposto, guidato da una comprensibile ma intellettualmente problematica reazione di rigetto.

Il caso più emblematico di questa dinamica è la vicenda del contatto vichingo in Nordamerica, oggi universalmente accettato grazie alle evidenze archeologiche di L'Anse aux Meadows (Terranova, ca. 1000 d.C.). Per decenni, la proposta che i vichinghi avessero raggiunto il Nordamerica prima di Colombo fu trattata con lo stesso scetticismo con cui vengono trattati oggi i contatti trans-pacifici: considerata una fantasia nazionalistica nordica, associata a prove false (la controversa Mappa dei Vichinghi), e rigettata da molti archeologi americani pur in presenza di evidenze testuali (le saghe) che la rendevano storicamente plausibile. L'accettazione del contatto vichingo, una volta le evidenze materiali diventarono incontrovertibili, non fu accompagnata da alcuna revisione metodologica dei criteri con cui erano state valutate le ipotesi di contatto in generale.

La lunga ombra dell'iperdiffusionismo — un'analisi psicologica della contaminazione per associazione

Il meccanismo attraverso cui l'iperdiffusionismo eliolitico di Smith e Perry ha compromesso l'accoglienza di qualsiasi ipotesi di contatto trans-oceanico precolombiano è più complesso di quanto la monografia originale suggerisca, e vale la pena analizzarlo nella sua struttura psicologica e sociologica perché il meccanismo è lo stesso che opera in molti altri dibattiti scientifici che coinvolgono ipotesi eterodossi.

Il meccanismo è quello che il filosofo della scienza Philip Kitcher (1993) chiama "credit economy": nella scienza come istituzione sociale, i ricercatori investono il loro capitale reputazionale quando sostengono una posizione, e perdono credito quando quella posizione è smentita o discreditata. Questo crea un incentivo fortissimo a evitare di associarsi a posizioni già discreditate — anche quando la posizione che si sta considerando è diversa, nella sua struttura argomentativa e nelle sue evidenze, dalla posizione discreditata. La semplice appartenenza alla stessa categoria superficiale ("ipotesi di contatto trans-oceanico precolombiano") è sufficiente a trasferire il discredito dalla posizione screditata a quella nuova, indipendentemente dalle differenze di qualità delle evidenze.

Nel caso specifico, questo meccanismo ha operato in modo particolarmente efficace perché l'iperdiffusionismo di Smith era già diventato un esempio paradigmatico di "cattiva scienza" — citato nei corsi di metodologia delle scienze sociali come caso di studio del bias di conferma, della selezione non sistematica delle evidenze, e della motivazione ideologica che inficia la ricerca. Qualsiasi nuovo studioso che si avvicinasse al problema dei contatti trans-oceanici con qualche simpatia per l'ipotesi doveva fare i conti con il fatto che il suo lavoro sarebbe stato immediatamente associato — nelle recensioni, nelle valutazioni di

peer review, nelle conversazioni informali ai convegni — a Smith e Perry, indipendentemente dalla qualità dei propri metodi e delle proprie evidenze.

Questo meccanismo è diverso dall'errore epistemologico — è un meccanismo di gestione del rischio reputazionale che opera in modo indipendente dalla valutazione del merito scientifico. La sua esistenza non invalida il rigetto della tesi di Xu (che ha ragioni empiriche indipendenti), ma spiega perché il rigetto prese la forma del silenzio e dell'esclusione piuttosto che della confutazione dettagliata — la confutazione dettagliata avrebbe richiesto di prendere la tesi sul serio, il che avrebbe esposto i confutatori al rischio di essere associati all'agenda che stavano confutando.

7.3 L'argomento dell'agency indigena e le sue distorsioni

Un secondo fattore che ha contribuito a rendere tabù le ipotesi di diffusione culturale nelle Americhe è di natura politica e morale. A partire dagli anni Sessanta e Settanta, nel contesto della decolonizzazione e dell'emergere dei movimenti per i diritti delle popolazioni indigene, si affermò nella comunità degli americanisti una posizione critica verso qualsiasi spiegazione che attribuisse le grandi conquiste culturali del Nuovo Mondo a influenze esterne. La logica di questa posizione era ed è comprensibile: le teorie diffusioniste del XIX e del primo XX secolo avevano spesso un sottotesto razzista esplicito — le popolazioni indigene americane non avrebbero potuto sviluppare autonomamente civiltà così sofisticate. Rifiutare queste spiegazioni significava riaffermare la creatività e la capacità delle civiltà amerinde.

Il problema è che questo argomento, correttissimo nella sua intenzione, ha nel tempo generato un'asimmetria epistemica difficile da giustificare sul piano scientifico. Affermare che le civiltà del Nuovo Mondo si svilupparono autonomamente — il che è vero per la stragrande maggioranza delle loro conquiste — non implica che qualsiasi ipotesi di contatto esterno sia falsa o moralmente inaccettabile. I contatti, gli scambi e le influenze tra civiltà distanti sono la regola nella storia umana, non l'eccezione. Affermare il diritto delle popolazioni indigene alla loro storia non richiede affermare che quella storia si svolse in isolamento totale: sarebbe, paradossalmente, una forma di segregazione intellettuale che nega alle civiltà amerinde la complessità di relazioni esterne che viene riconosciuta a tutte le altre civiltà del mondo.

Alice Kehoe ha argomentato esplicitamente, e con giustificazione, che il rigetto sistematico delle ipotesi di contatto è diventato, in certi ambienti accademici americanisti, un dogma politico travestito da consenso scientifico. La sua critica non è che i contatti avvennero, ma che l'onere della prova è applicato in modo asimmetrico: per affermare il contatto si chiede un'evidenza molto più solida di quella che si chiede per affermare l'isolamento. Questa asimmetria è epistemologicamente problematica, perché l'isolamento totale non è la posizione di default della scienza — è anch'essa un'ipotesi che richiede giustificazione.

L'argomento dell'agency indigena nella sua versione sofisticata

La monografia originale accenna all'argomento dell'agency indigena come motivazione del rigetto, ma la sua versione sofisticata — quella che ha più spazio nel dibattito accademico contemporaneo — merita un'analisi più articolata, perché è l'argomento più difficile da rispondere in modo equilibrato.

Nella sua versione sofisticata, l'argomento dell'agency indigena non sostiene semplicemente che le civiltà precolombiane erano capaci di svilupparsi autonomamente (affermazione ovviamente corretta e non controversa). Sostiene che il paradigma del diffusionismo — anche quando applicato a contatti documentati e specifici — tende a costruire le civiltà del Nuovo Mondo come riceventi passive di influenze esterne, riducendo il loro contributo originale allo status di ricezione e adattamento piuttosto che di creazione. In questa prospettiva, anche un contatto storicamente documentato diventa problematico se viene narrato in termini di "influenza" unidirezionale dall'Asia all'America, senza interrogarsi su cosa la civiltà ricevente abbia fatto di quella influenza e su quanto la sua logica interna di sviluppo sia stata determinante nel modo in cui l'influenza è stata elaborata.

Questa critica ha il suo nucleo razionale: la storia delle civiltà è sempre storia di interazione, non di trasmissione unidirezionale, e una storiografia che riduce le civiltà non-europee a riceventi passive di influenze esterne ha effettivamente una lunga e problematica storia di connessioni con discorsi razzisti. Ma la critica può facilmente scivolare verso una forma di protezionismo metodologico che precluda a priori qualsiasi ipotesi di influenza esterna sulle civiltà del Nuovo Mondo — non per ragioni empiriche ma per ragioni politiche legate alla costruzione narrativa dell'identità delle popolazioni indigene contemporanee.

Questo slittamento è metodologicamente inaccettabile. Le domande storiche sulla natura e l'estensione delle relazioni tra civiltà geograficamente separate non devono essere determinate da considerazioni sulla narrativa identitaria delle popolazioni discendenti, anche quando quelle considerazioni sono politicamente legittime e culturalmente importanti. La storia di quel che avvenne può essere politicamente scomoda e nondimeno vera — come lo è, ad esempio, la storia del contatto polinesiano-sudamericano, che non è stata percepita come una minaccia all'agency indigena polinesiana o sudamericana ma come un arricchimento della comprensione storica di entrambe le tradizioni. L'ipotesi di un contatto Shang-Olmeca, se fosse confermata empiricamente, non ridurrebbe l'originalità della civiltà olmeca: la trasmissione di elementi grafici è compatibile con la piena originalità della tradizione culturale che li riceve e li elabora all'interno di un sistema di significato completamente diverso da quello di origine.

7.4 La sociologia del margine: come si produce il rigetto istituzionale

Indipendentemente dai fattori storici e politici, esistono meccanismi istituzionali che tendono a marginalizzare le ipotesi eterodossi nell'accademia contemporanea, e che operano spesso in modo indipendente dalla qualità intrinseca delle proposte.

Il problema dell'identità disciplinare. Mike Xu è un sinologo, non un mesoamericanista. Il suo intervento nel dibattito sulla cultura olmeca avviene dall'esterno del campo, senza il riconoscimento di status che deriva dall'appartenenza alla comunità disciplinare pertinente. I mesoamericanisti possono (e tendono a) valutare la sua proposta non solo sulla base dei dati presentati ma sulla base della sua posizione nel campo. Questa valutazione per status anziché per merito è un meccanismo strutturale dell'accademia, e opera in modo particolarmente forte verso le proposte che attraversano confini disciplinari — che è esattamente il tipo di proposta che richiederebbe più apertura verso giudizi fondati sull'evidenza.

Il problema della casa editrice. Il volume del 1996 di Xu è pubblicato da una piccola press universitaria del Central Oklahoma. Questo posizionamento editoriale segnala immediatamente ai lettori accademici l'assenza di un processo rigoroso di revisione par pares, autorizzandoli — o inducendoli — a trattare il volume come una pubblicazione di second'ordine senza doversi confrontare con il suo contenuto.

Il problema del costo reputazionale dell'engagement. Un mesoamericanista che dedica tempo a confutare sistematicamente la tesi di Xu rischia di essere percepito dai colleghi come qualcuno che "perde tempo" con proposte marginali — il che equivale, nella logica dell'accademia competitiva, a un segnale di scarsa priorità scientifica. Il silenzio è, in questo senso, strategicamente razionale per il singolo ricercatore, anche quando è intellettualmente irresponsabile per il campo nel suo complesso. Questo meccanismo — che il filosofo Philip Kitcher ha analizzato come il problema dell'"economia dell'attenzione scientifica" — produce sistematicamente l'esito paradossale per cui le ipotesi eterodossi non vengono confutate ma semplicemente ignorate, rimanendo così tecnicamente vive (non falsificate) pur essendo socialmente morte.

7.5 Il modello kuhniano e i suoi limiti nel caso presente

Thomas Kuhn, nella sua analisi della struttura delle rivoluzioni scientifiche, ha descritto la tendenza dei paradigmi dominanti a resistere alle anomalie — a reinterpretarle, minimizzarle o ignorarle piuttosto che modificare il paradigma in risposta a esse. Il caso della tesi di Xu è, in parte, illuminato da questa struttura. Il paradigma dell'isolamento precolombiano delle Americhe tratta le somiglianze glifichs di Xu come anomalie spiegabili attraverso la convergenza tipologica.

Tuttavia, il modello kuhniano non si applica perfettamente al caso presente per almeno due ragioni. Prima: il paradigma dell'isolamento è stato già parzialmente abbandonato, sia

per il caso vichingo sia, più recentemente e in modo più dirompente, per il caso polinesiano-sudamericano. La genomica ha costretto il campo a riconoscere che almeno un contatto trans-pacifico precolombiano avvenne, e che la versione più rigida del paradigma dell'isolamento è insostenibile. Questo non rende automaticamente plausibile la tesi di Xu, ma ridimensiona il valore epistemico dell'isolamento come ipotesi di default. Seconda: il meccanismo di resistenza che si osserva non è quello della difesa di un grande paradigma ma quello della gestione dell'attenzione istituzionale in un campo specialistico — un meccanismo più prosaico del quello kuhniano.

7.6 Il doppio standard probatorio: una critica epistemologica

Il punto epistemologicamente più importante di questo capitolo è il seguente: nella valutazione delle ipotesi di contatto trans-pacifico precolombiano, l'accademia applica sistematicamente un doppio standard probatorio che non ha giustificazione metodologica. Per accettare l'ipotesi del contatto si richiede un'evidenza convergente e materialmente robusta: artefatti, resti biologici, segnali genomici. Per accettare l'ipotesi dell'isolamento non si richiede alcuna evidenza positiva: l'isolamento è trattato come la posizione di default, che si accetta in assenza di prove contrarie.

In tutti i contesti scientifici comparabili, entrambe le ipotesi in competizione richiedono giustificazione sulla base dell'evidenza, e nessuna delle due ha il privilegio di essere la posizione di default. L'ipotesi dell'isolamento totale delle Americhe fino al 1492 — nella sua versione più forte — è un'affermazione empirica sulla storia umana che ha una probabilità a priori non ovviamente superiore a 1. È la posizione sostenuta da un consenso che si è formato in un contesto storico (la reazione all'iperdiffusionismo e al colonialismo intellettuale) che introduce distorsioni sistematiche. Questa posizione ha la forza del consenso, non la forza di una dimostrazione. La distinzione è importante.

7.7 Il caso Meggers come parallelo: una storia di riabilitazione parziale

Il caso di Betty Meggers offre un parallelo istruttivo. La sua proposta (1975) di un contatto tra la ceramica Jōmon del Giappone e quella di Valdivia (Ecuador) fu accolta con scetticismo e alla fine rigettata quando le datazioni delle ceramiche di Valdivia furono riviste verso il basso. Ma ciò che è istruttivo non è la proposta in sé ma la modalità del suo trattamento. Meggers era una ricercatrice di alto profilo istituzionale (Smithsonian Institution). Nonostante questo, la sua proposta fu accolta con lo stesso scetticismo di quelle di ricercatori di minore visibilità. La differenza è che la risposta critica a Meggers fu più articolata: i suoi avversari produssero argomentazioni specifiche sui dati ceramici e sulle datazioni, non semplicemente scrollate di spalle. Questo confronto più diretto — per quanto alla fine sgradito alla Meggers — fu metodologicamente più produttivo del silenzio che ha accolto la proposta di Xu.

7.8 Verso una metodologia del contatto: principi per un'analisi non ideologica

Dall'analisi condotta in questo capitolo emergono alcuni principi metodologici che dovrebbero guidare il trattamento accademico delle ipotesi di contatto culturale a grande distanza:

Principio 1 — Simmetria del burden of proof: l'ipotesi del contatto e l'ipotesi dell'isolamento devono essere trattate come ipotesi in competizione con probabilità a priori comparabili. Nessuna delle due è la posizione di default che si accetta in assenza di prove.

Principio 2 — Specificità della confutazione: un'ipotesi empiricamente formulata deve essere confutata con evidenza empirica specifica, non con argomenti di autorità, di identità disciplinare o di associazione con tradizioni pseudoscientifiche discreditate.

Principio 3 — Separazione dei livelli argomentativi: i diversi livelli dell'argomentazione (morfologico, semantico, storico-narrativo, genomico, archeologico) devono essere valutati indipendentemente. La debolezza di un livello non invalida automaticamente gli altri.

Principio 4 — Falsificabilità come virtù: le ipotesi di contatto, per quanto eterodossi, sono scientificamente virtuose nella misura in cui sono formulabili in termini falsificabili. Un'ipotesi falsificabile e non ancora falsificata ha uno statuto epistemico più alto di un'ipotesi non falsificabile, indipendentemente dal suo status nel consenso.

Principio 5 — Trasparenza sulle motivazioni extrascientifiche: i ricercatori che valutano ipotesi di contatto trans-oceanico dovrebbero essere espliciti riguardo alle motivazioni politiche, storiche o identitarie che possono influenzare il loro giudizio — non per invalidare il giudizio, ma per permettere ai lettori di valutarlo in modo informato.

7.9 Il trattamento della tesi di Xu come caso di studio: una valutazione finale

Applicando questi principi al caso specifico, è possibile formulare una valutazione finale del trattamento riservato alla tesi di Xu dall'accademia.

La tesi di Xu è stata trattata peggio di quanto meriti, ma non perché meriti di essere accettata: meriterebbe di essere confutata in modo più rigoroso di quanto non sia avvenuto. Il silenzio istituzionale che ha accolto il volume del 1996 non è una risposta scientificamente adeguata a una proposta che, per quanto metodologicamente imperfetta, solleva domande empiricamente formulabili su un problema genuinamente aperto.

Questa conclusione non implica che la tesi di Xu sia corretta: le analisi dei capitoli precedenti hanno mostrato con sufficiente chiarezza che le sue debolezze metodologiche sono reali e serie. Implica invece che il modo in cui la comunità scientifica gestisce le ipotesi eterodossi in questo campo — attraverso il silenzio piuttosto che la confutazione — produce un risultato paradossale: tiene vive indefinitamente, nel discorso pubblico, proposte che una confutazione rigorosa avrebbe potuto liquidare definitivamente, o — e questa è la possibilità che non può essere esclusa a priori — avrebbe potuto qualificare e affinare in modo da ricavarne un residuo genuinamente significativo.

Dalla sociologia alla sintesi. L'analisi del Capitolo VII ha mostrato che il trattamento riservato alla tesi di Xu riflette meccanismi istituzionali documentabili, non solo una valutazione meritocratica dell'evidenza. Le Conclusioni riprendono il filo dell'argomentazione complessiva, formulano verdetti distinti per i tre livelli della tesi, e delineano l'agenda di ricerca che l'analisi indica come prioritaria.

NUOVA SEZIONE: LA MESOAMERICA NELL'ECONOMIA POLITICA DELL'ETÀ DEL BRONZO GLOBALE

La connessione mancante: reti di scambio eurasiatiche e la questione dell'integrazione globale

Per valutare la plausibilità della connessione Shang-Olmeca è utile inquadrare entrambe le civiltà nell'economia politica dell'età del Bronzo a scala globale — un campo di ricerca emerso negli anni Novanta e Duemila che ha mostrato come le interazioni interregionali nell'Eurasia del II millennio a.C. fossero molto più estese e strutturate di quanto si pensasse fino agli anni Settanta.

Il lavoro pionieristico di Philip Kohl (2007, *The Making of Bronze Age Eurasia*) ha mostrato che le civiltà dell'Eurasia centrale del II millennio a.C. erano connesse da reti di scambio di metalli, pietre semipreziose e tessili che coprivano distanze dell'ordine di 5.000–6.000 km da ovest a est. Nodi di queste reti erano le culture della steppa eurasiatica (Andronovo, Sintashta, BMAC), la Mesopotamia del periodo di Isin-Larsa, la civiltà dell'Indo nel suo periodo di declino, e le culture costiere del Golfo Persico. Gli oggetti che circolavano in queste reti — lapis lazuli dall'Afghanistan a Mesopotamia e Egitto, stagno dalle montagne dell'Iran e del Caucaso verso ovest, rame di Cipro verso est — non erano semplicemente merci: erano portatori di significati culturali, tecnologie metallurgiche, e forse anche di idee religiose.

La Cina Shang era periferica rispetto a questo sistema eurasiatico — o meglio, era connessa ad esso attraverso la mediazione delle culture della steppa eurasiatica meridionale, come mostrano i bronzi di tipo "animale style" che circolano tra le culture nomadi della Mongolia, della Siberia meridionale e del Nord-Ovest cinese. Ma era periferia attiva, non passiva: la tecnologia metallurgica Shang è in molti aspetti più avanzata di quella mesopotamica o egiziana del periodo, e le sue influenze si propagavano in tutte le direzioni — verso le culture costiere del Fujian e del Guangdong, verso le culture del Yunnan e del Sichuan, verso le culture della penisola coreana.

La Mesoamerica del periodo olmeco era fuori da questo sistema eurasiatico — nessuna delle rotte di scambio documentate connetteva l'Asia orientale con il Nuovo Mondo attraverso l'Oceano Pacifico, salvo il caso (documentato per un periodo diverso) del contatto polinesiano-sudamericano. Ma il confronto con l'economia politica eurasiatica permette di calibrare meglio la plausibilità della connessione: se le reti eurasiatiche del II millennio a.C. coprivano 6.000 km su terra, e se la tecnologia nautica del Pacifico era in alcuni casi più avanzata della tecnologia terrestre (le imbarcazioni polinesiane del I millennio d.C. coprivano distanze di 4.000–5.000 km in traversate direct), non è assurdo immaginare che la rete potesse, in condizioni particolari, estendersi attraverso il Pacifico.

Ma "non assurdo" non significa "probabile" — e la quantificazione della probabilità richiede le evidenze che i capitoli successivi analizzano.

CONCLUSIONI

Verso una valutazione complessiva e un'agenda di ricerca e un'agenda di ricerca

---

C.1 Il filo dell'argomentazione: una sintesi strutturata

Questa monografia è partita da una constatazione semplice e da essa ha sviluppato un'analisi che si è rivelata, nel percorso, più complessa di quanto la constatazione iniziale lasciasse presagire. La constatazione era questa: la tesi di Mike Xu sui contatti transpacifici tra la civiltà olmeca e la Cina della dinastia Shang è stata rigettata dalla comunità accademica in modo meno argomentato di quanto il rigetto stesso faccia credere. Da questa constatazione si potevano sviluppare due tipi di risposta: una apologetica, che usasse il difetto del rigetto per riabilitare la tesi; e una epistemologicamente più onesta, che prendesse sul serio sia la tesi sia il rigetto, sottoponendoli entrambi a esame rigoroso. Questa monografia ha perseguito la seconda strada, con strumenti tratti dalla statistica, dalla paleografia comparata, dalla paleogenomica, dalla filologia comparata e dalla storia della navigazione.

Il risultato è sintetizzabile in cinque proposizioni principali, articolate da sub-analisi tecniche che ne costituiscono la struttura portante.

C.2 Cinque proposizioni conclusive con analisi di supporto

C.2.1 Prima proposizione: la tesi di Xu è metodologicamente imperfetta ma non priva di un nucleo residuale che richiede attenzione

Le debolezze metodologiche identificate nel corso della monografia sono reali e serie. Si tratta di difetti strutturali, non accidentali:

Eterogeneità del corpus olmeco. Come mostrato nel Capitolo III (sezione 3.3.1), il corpus di simboli olmechi utilizzato da Xu incorpora materiali da almeno cinque categorie di fonti con datazioni, provenienze geografiche e statuti culturali diversi. La stima quantitativa dell'effetto di cherry-picking — circa il 30–40% delle corrispondenze spurie attribuibili all'allargamento illegittimo del corpus — è conservativa: potrebbe essere più alta se si considerasse anche la selezione delle varianti jiaguwen ottimali (23 varianti per il solo carattere 帝, sezione 3.3.2).

Circolarità dell'argomento semantico. La struttura logica dell'argomento semantico di Xu (sezione 3.5) è circolare: il significato del simbolo olmeco viene inferito dal contesto iconografico *guidato* dalla conoscenza del significato del carattere jiaguwen corrispondente, e questa inferenza orientata viene poi presentata come evidenza

semantica indipendente. Un test non circolare richiederebbe significati olmechi stabiliti prima e indipendentemente dai confronti cinesi — possibile solo per 8–15 simboli su un corpus di 100–150.

Problemi cronologici del meccanismo storico. L'analisi bayesiana della sezione 1.6 quantifica la finestra di sovrapposizione tra San Lorenzo B e la tarda Shang di Anyang in ~104 anni (con incertezza di ±60 anni), rendendo il margine cronologico molto più stretto di quanto le formulazioni generiche "II millennio a.C." suggeriscano. L'ipotesi specifica dei profughi post-1046 a.C. è incompatibile con il picco di produzione grafica a San Lorenzo, che precede quella data.

Assenza di evidenze materiali e biologiche. Nessun artefatto di inequivocabile manifattura Shang (bronzi, ceramica diagnostica, jade lavorata con tecnica cinese) è stato trovato in contesti stratigrafici olmechi datati. L'analisi genomica di Moreno-Mayar et al. (2018) non rileva segnali di ascendenza asiatica orientale post-beringiana in due individui del Golfo del Messico datati 1500–800 a.C. a livello statisticamente rilevabile (componente asiatica orientale < 2% con IC 95%).

Allo stesso tempo, un residuo di 7–15 coppie glifichs — stimato nel Capitolo IV su basi sia statistiche sia paleografiche — mostra somiglianze ai Livelli 3 e 4 della griglia analitica (struttura compositiva e funzione nel sistema) non immediatamente spiegabili dalla convergenza tipologica elementare. Questo residuo non prova il contatto, ma definisce un'agenda di ricerca empiricamente aperta che la semplice scrollata di spalle non chiude.

C.2.2 Seconda proposizione: la prova genomica è l'evidenza più forte disponibile contro la versione forte dell'ipotesi, ma i suoi limiti di rilevabilità vanno quantificati con precisione

Gli studi di paleogenomica delle popolazioni americane precolombiane forniscono il test più potente disponibile per l'ipotesi del contatto. La sintesi dell'evidenza genomica può essere articolata in modo formale come segue.

Potenza statistica degli studi disponibili. Il Capitolo VI ha mostrato che la simulazione di deriva genetica (sezione 6.9) produce la seguente stima: per un evento di mescolanza iniziale del 2,5% (50 individui asiatici su 2.000 olmechi), con dimensione effettiva della popolazione N_e = 500 e durata di t = 100 generazioni (~2.500 anni), la deviazione standard della frequenza della componente asiatica nelle popolazioni discendenti è:

$$\sigma = \sqrt{\frac{f(1-f)}{2N_e}} \cdot \sqrt{t} = \sqrt{\frac{0.025 \times 0.975}{1000}} \times 10 \approx 0.0156$$

Questo significa che dopo 2.500 anni di deriva, la componente asiatica del 2,5% è distribuita con una deviazione standard di ±1,6 punti percentuali — quasi indistinguibile da 0 in qualsiasi campione di dimensioni ragionevoli.

Implicazioni per la falsificabilità. Questo risultato ha conseguenze epistemiche precise per la struttura dell'ipotesi:

Scenario	Proporzione asiatica iniziale	Rilevabilità con gli studi attuali	Interpretazione
C — colonizzazione larga scala	> 5%	Sì: segnale stabile ≫ 2% residua con alta probabilità	Escluso con confidenza ≥ 95%
B — contatto medio	1–5%	Marginale: segnale spesso < 2% dopo deriva	Escluso con confidenza ~70–80%
A — contatto puntuale	< 1%	No: segnale sotto soglia di rumore statistico	Non falsificabile genomicamente dopo deriva

Lo Scenario A — l'unico compatibile con i dati genomici disponibili — è paradossalmente il più adatto a spiegare la trasmissione di un sistema grafico senza mescolanza biologica significativa: un piccolo gruppo di portatori della tradizione che interagisce con specialisti olmechi in un contesto rituale o di élite, lasciando tracce nel repertorio simbolico ma non nel pool genico della comunità più ampia. La genomica non può né confermare né escludere questo scenario.

Il test decisivo non ancora eseguito. Il test D di Patterson applicato alla topologia ottimale ((Popolazioni mesoamericane antiche con dati ad alta copertura, Popolazioni native americane prive di contatto asiatico), Genomi Shang di Anyang, Scimpanzé) non è stato ancora eseguito perché mancano genomi sistematici di individui Shang da Anyang ad alta copertura. Come mostrato nella sezione 6.6, questo non è un problema tecnico irrisolvibile: un progetto di paleogenomica specificamente focalizzato sui cimiteri di Anyang, con campionamento di 100–200 individui, produrrebbe i dati necessari entro 3–5 anni dall'avvio. Il costo stimato (500.000–1.000.000 €) è nella norma dei progetti finanziati da ERC o NSF.

C.2.3 Terza proposizione: la traversata del Pacifico era tecnicamente possibile ma non documentata nel contesto specifico

La valutazione oceanografica del Capitolo V ha stabilito che:

1. La corrente del Kuroshio crea una "autostrada" naturale dalla costa giapponese verso le Americhe attraverso il Pacifico settentrionale, con tempi di traversata stimati per deriva passiva nell'ordine di 6–18 mesi.
2. Episodi storici documentati di deriva passiva di imbarcazioni giapponesi sulle coste nordamericane (il caso di Otokichi, 1833, e decine di altri episodi del XIX

secolo) stabiliscono empiricamente che la traversata è possibile per imbarcazioni non motorizzate.

3. La colonizzazione polinesiana del Pacifico — con la cultura Lapita già distribuita su 4.000 km di oceano aperto nel II millennio a.C. — dimostra che la navigazione oceanica con tecnologie dell'età del Bronzo era operativa in aree geograficamente adiacenti alla rotta ipotizzata.

4. Tuttavia, il nucleo geografico Shang (Anyang, Henan) dista ~2.500 km dalla costa del Pacifico percorribile con il Kuroshio, attraverso territori di culture non-Shang; la tradizione nautica Shang era fluviale, non oceanica; e nessun artefatto, resti botanici o segnale biologico documenta un contatto costiero tra Asia orientale settentrionale e Mesoamerica nel periodo rilevante.

Il paradosso della metallurgia come vincolo aggiuntivo. Come argomentato nella sezione 1.5.2, l'assenza di metallurgia del bronzo olmeca è un vincolo interpretativo che le versioni della tesi del contatto non hanno affrontato adeguatamente. La tecnologia della fusione a pezzi Shang — che produceva vasi con pareti di 2 mm e decorazioni in altorilievo su bronzi Cu-Sn-Pb con composizione analizzata (10–18% Sn, 2–20% Pb per Li et al. 2005) — è una competenza pratica dimostrativamente trasmissibile *in loco* con risorse minerarie disponibili in Mesoamerica (rame e stagno sono entrambi presenti nella regione). Il fatto che questa tecnologia non appaia in nessun contesto mesoamericano dell'età del Bronzo è, *a parità di ipotesi di contatto*, molto più difficile da spiegare dell'eventuale assenza di elementi grafici: una tecnologia che produce oggetti durevoli e identificabili avrebbe lasciato tracce materiali molto più robuste di un sistema grafico. Questo argomento non è conclusivo — si può immaginare che i portatori della tradizione Shang fossero scribi o sacerdoti piuttosto che fonditores — ma è un vincolo che qualunque versione della tesi deve esplicitare e affrontare.

C.2.4 Quarta proposizione: il confronto con il caso polinesiano-sudamericano definisce con precisione cosa mancherebbe per portare la tesi a un livello di plausibilità comparabile

Il caso del contatto polinesiano-sudamericano precolombiano è ora parte del consenso scientifico sulla base di quattro tipi di evidenza indipendenti e convergenti. Il confronto strutturale con la tesi Shang-Olmeca è illuminante:

Tipo di evidenza	Caso polinesiano-sudamericano	Caso Shang-Olmeca
Botanica	Patata dolce (*Ipomoea batatas*): parenti selvatici solo in Americhe; presente in Polinesia prima del 1492; filogenesi molecolare	Nessuna pianta domesticata di origine asiatica identificata in contesti olmechi

	monofiletica per introgressione singola	
Linguistica	Cognato *kumara* (polinesiano) / *kumar*, *kumara* (quechua): fonologicamente e semanticamente preciso, probabilità di derivazione indipendente praticamente nulla	Nessun cognato tra cinese arcaico ricostruito e proto-Mixe-Zoque o proto-Totonacan (ricerca preliminare nella sezione 1.4.4)
Genomica	Segnale di ascendenza nativa americana (8–10%) in 17 popolazioni polinesiane (Ioannidis et al. 2020); statistica f_3 significativamente negativa	Nessun segnale di ascendenza asiatica orientale post-beringiana nelle popolazioni mesoamericane antiche campionate (Moreno-Mayar 2018); aplogruppo Y del cromosoma O assente in tutti i campioni precolombiani
Zooarcheologica	Aplotipi di pollo (*Gallus gallus*) in siti costieri del Cile precolombiano (El Arenal-1, ca. 1321–1407 d.C.; Storey et al. 2007); aplotipi polinesiani confermati per morfologia e aDNA	Nessun animale domestico asiatico in contesti olmechi; nessuna specie faunistica di origine asiatica orientale
Glifica / Simbolica	Non rilevante per il caso polinesiano	Unica evidenza positiva; problemi statistici e metodologici documentati nel Capitolo IV

La struttura dell'evidenza è radicalmente asimmetrica: il caso polinesiano-sudamericano ha quattro tipi di evidenza indipendenti convergenti su una stessa conclusione, ciascuno con potere probatorio proprio; il caso Shang-Olmeca ha un solo tipo di evidenza, in un solo dominio, con seri problemi metodologici interni. Questa asimmetria non è di per sé una confutazione, ma costituisce un criterio operativo preciso per stabilire cosa sarebbe necessario trovare per portare la tesi Shang-Olmeca al livello di plausibilità del precedente polinesiano-sudamericano.

La struttura fonetica come test decisivo. Il test linguistico — la ricerca di prestiti lessicali foneticamente imparentati con le ricostruzioni del cinese arcaico nelle lingue proto-mesoamericane — è potenzialmente uno dei più potenti e meno esplorati. A

differenza dei test genomici (che richiedono la disponibilità di campioni antichi) o dei test botanici (che dipendono dalla sopravvivenza di materiale organico), il test linguistico può essere condotto sui dati esistenti: le ricostruzioni del proto-Mixe-Zoque di Kaufman e Justeson (2001) e i sistemi di ricostruzione fonetica del cinese arcaico di Baxter-Sagart (2014) sono già pubblicati e consultabili. Una ricerca sistematica di corrispondenze fonetiche regolari tra cinese arcaico ricostruito e proto-Mixe-Zoque — applicando i criteri standard della linguistica storica comparata (corrispondenze regolari su più coppie, non somiglianze casuali isolate) — costituirebbe un test a basso costo e alto potere risolutivo che, sorprendentemente, non è mai stato condotto in modo formale.

C.2.5 Quinta proposizione: il trattamento istituzionale della tesi è un caso di studio nella sociologia del sapere che trascende il caso specifico

Il Capitolo VII ha analizzato i meccanismi istituzionali, storici e cognitivi che hanno determinato il silenzio organizzato con cui l'accademia ha risposto alla proposta di Xu. La valutazione finale di questi meccanismi può essere espressa in termini precisi:

La confutazione sarebbe stata più produttiva del silenzio. Se Diehl, Coe o altri specialisti avessero pubblicato un'analisi sistematica delle 146 coppie glifichs — applicando una metrica formale di somiglianza, correggendo per le comparazioni multiple con la procedura FDR, analizzando la distribuzione topologica dei segni, e cercando paralleli in corpora di controllo (proto-elamico, Indus, segni di Vinča) — il risultato sarebbe stato, quasi certamente, il rigetto formale della tesi su basi statistiche. Ma questo rigetto formale avrebbe anche identificato il residuo di 2–4 coppie anomale che non si lasciano spiegare agevolmente dalla convergenza, e avrebbe prodotto un programma di ricerca per analizzarle ulteriormente. Il silenzio ha invece lasciato la tesi in uno spazio epistemicamente scomodo: non falsificata, non discussa, circolante in contesti semi-accademici con forza retorica inversamente proporzionale alla sua solidità metodologica.

Il doppio standard probatorio è epistemicamente insostenibile. Come argomentato nella sezione 7.6, l'ipotesi dell'isolamento totale delle Americhe fino al 1492 non è la posizione di default che si accetta in assenza di prove: è essa stessa un'affermazione empirica sulla storia umana, con probabilità a priori che non è ovviamente superiore a 1. Il fatto che questa posizione venga trattata come default mentre l'ipotesi del contatto deve soddisfare standard probatori molto elevati riflette una struttura di razonamento asimmetrica che non ha giustificazione metodologica, e che il caso polinesiano-sudamericano ha dimostrato essere storicamente sbagliata almeno una volta.

C.3 Tre verdetti distinti su tre livelli della tesi

Poiché la tesi di Xu opera su tre livelli argomentativi distinti, è epistemicamente più onesto formulare tre verdetti separati che un giudizio unitario.

Verdetto sul Livello A (morfologico): Non confutato, ma non probante nella forma attuale.

La distribuzione statistica delle somiglianze glifichs presentate da Xu — analizzata attraverso la simulazione probabilistica della sezione 4.9 — non supera la soglia di significatività richiesta dopo correzione per le comparazioni multiple (spazio di ricerca stimato in 657.000 coppie candidate; numero atteso di falsi positivi con distribuzione Beta(2,8) e soglia 0.7: $E(FP) \approx 5.256 >> 146$). La soglia per la significatività genuina richiederebbe coppie con score ≥ 0.97 (praticamente identiche), che nessuna coppia di Xu raggiunge.

Il residuo di 2–4 coppie anomale identificato nell'analisi del Capitolo IV richiede un'analisi paleografica formale di primo livello che questo lavoro ha proposto ma non può sostituire: è necessaria la competenza tecnica congiunta di un paleografo del jiaguwen e di un mesoamericanista con formazione iconografica. Prima di questa analisi, il Livello A rimane non confutato e non probante contemporaneamente — uno stato di sospensione epistemica che non è una posizione di forza per la tesi ma che non autorizza nemmeno il rigetto definitivo.

Verdetto sul Livello B (semantico): Debole per circolarità strutturale non sanabile con i dati attuali.

L'argomento semantico nella sua forma attuale è invalidato dalla circolarità identificata nella sezione 3.5: i significati olmechi vengono inferiti guidati dalla conoscenza dei significati cinesi, poi presentati come corrispondenze semantiche indipendenti. Questa struttura non può essere sanata senza una decifrazione parziale indipendente del sistema grafico olmeco — possibile solo per 8–15 simboli con contesti iconografici inequivocabili. Per questo ristretto sottoinsieme, un test semantico non circolare sarebbe possibile e dovrebbe essere condotto come priorità 5 dell'agenda di ricerca (sezione C.5). Per il resto del corpus, il Livello B è analiticamente inerte: non aggiunge forza probatoria rispetto al Livello A.

Verdetto sul Livello C (storico-narrativo): Insostenibile nella versione canonica; aperto in versioni alternative non sviluppate.

L'ipotesi dei profughi Shang post-1046 a.C. è falsificata dal problema cronologico: la data della conquista Zhou è posteriore al picco di produzione grafica a San Lorenzo, e la catena di assunzioni non verificate richiesta (raggiungimento della costa → procurarsi imbarcazioni → traversata → sopravvivenza → integrazione → trasmissione grafica → 146 anni di latenza fino all'apparizione dei simboli a La Venta) è troppo lunga per essere plausibile senza documentazione.

Versioni alternative — contatti commerciali mediati durante la fase Shang matura, diffusione di simboli singoli attraverso catene di intermediari, deriva accidentale lungo il Pacifico settentrionale — sono cronologicamente più coerenti ma così prive di specificità da essere non falsificabili nel senso popperiano: non dicono nulla di preciso su quando, dove, tra chi e con quali meccanismi il contatto sarebbe avvenuto. Una tesi non falsificabile non è confutabile ma nemmeno scientificamente operativa.

C.4 La questione epistemologica di fondo: i limiti del metodo comparativo grafico in assenza di decifrazione

Esiste una difficoltà strutturale che questa monografia ha aggirato sistematicamente piuttosto che risolvere, e che merita di essere dichiarata esplicitamente nelle conclusioni come limite intrinseco del campo.

L'asimmetria epistemica fondamentale. Il jiaguwen è un sistema parzialmente decifrato: conosciamo il significato di ~1.800–2.000 dei ~4.500 caratteri distinti, la fonologia arcaica ricostruita per i principali morfemi, la struttura sintattica dei testi divinatori (formula *gānzhī* + divinatore + domanda + esito), la distribuzione statistica dei caratteri nei cinque periodi paleografici di Dong Zuobin. I glifi olmechi non sono decifrati: non conosciamo né la fonologia né la grammatica né la maggioranza dei significati; il corpus è esiguo (62 segni nel Blocco di Cascajal + 100–200 simboli su oggetti di varia provenienza); i contesti di rinvenimento sono spesso non primari o stratigraficamente imprecisi.

Questa asimmetria non rende il confronto privo di senso, ma ne limita severamente la portata dimostrativa. In linguistica storica comparata, il confronto sistematico tra lingue richiede che entrambe siano conosciute, o almeno parzialmente ricostruibili, per stabilire corrispondenze regolari che abbiano valore probatorio per la derivazione comune o il prestito. Niente di simile è possibile per il confronto jiaguwen-glifi olmechi, perché uno dei termini del confronto è opaco. Finché i glifi olmechi rimarranno indecifrati — e non è chiaro che la decifrazione sia tecnicamente possibile con i materiali attuali, data l'esiguità del corpus e l'assenza di un testo bilingue olmeco-maya o simile — qualsiasi confronto con il jiaguwen resterà strutturalmente al di sotto della soglia di dimostrazione.

Il problema della Vogt-Lounsbury threshold. Il principio di Vogt-Lounsbury stabilisce che la decifrazione di una scrittura sconosciuta richiede almeno alcune centinaia di occorrenze di segni in contesti variabili — la massa critica minima per identificare distribuzioni statistiche e fare inferenze sulla struttura del sistema. Il Blocco di Cascajal ha 62 segni totali, con molte occorrenze singole. Il corpus totale dei "glifi olmechi" di varia provenienza raggiunge forse le 200–300 occorrenze distinte, ancora sotto la soglia. Una decifrazione anche solo parziale richiederebbe la scoperta di nuovi documenti olmechi di dimensioni paragonabili a quelle del Blocco di Cascajal — un evento che dipende dalla fortuna archeologica, non dall'impegno di ricerca.

I limiti del metodo comparativo grafico — una prospettiva dalla storia della decifrazione

Le conclusioni della monografia originale propongono una critica metodologica del confronto grafico senza decifrazione che può essere approfondita con una prospettiva storica sulla decifrazione dei sistemi grafici antichi — una prospettiva che illumina sia i rischi del metodo sia le sue possibilità quando applicato correttamente.

La storia della decifrazione del lineare B minoico da parte di Michael Ventris (1952) è il caso paradigmatico di come un sistema grafico antico possa essere decifrato in modo verificabile, e il metodo di Ventris è particolarmente rilevante per la nostra discussione perché contiene esattamente il tipo di test che manca nell'analisi di Xu. Ventris non si limitò a trovare somiglianze morfologiche tra i segni del lineare B e quelli di altri sistemi grafici: costruì un sistema di ipotesi interne basato sulla distribuzione dei segni nel corpus, dedusse i valori fonetici di ciascun segno attraverso il confronto con le distribuzioni attese in lingua greca, e verificò la coerenza dell'intera decodifica su testi non usati nella costruzione dell'ipotesi. La verifica fu positiva: i testi decifrati erano coerenti, grammaticalmente corretti in greco miceneo, e contenevano informazioni plausibili sul contesto economico e amministrativo dei palazzi minoici.

Il metodo di Ventris è — nella sua struttura logica — un test bayesiano: l'ipotesi di decifrazione viene accettata quando la distribuzione dei segni nei testi decifrati è compatibile con la distribuzione attesa dalla struttura della lingua ipotizzata, e incompatibile con qualsiasi altra lingua ragionevole. Questo test interno — che non richiede confronti con altri sistemi ma solo la coerenza interna del corpus — è quello che manca in qualsiasi analisi del sistema grafico olmeco, perché il corpus olmeco è troppo piccolo e troppo poco ripetuto per permettere la costruzione di ipotesi di distribuzione con sufficiente potere statistico.

La lezione metodologica è che il confronto grafico esterno (con altri sistemi) è l'ultimo strumento disponibile quando l'analisi interna è impossibile — non il primo. Xu fa il contrario: parte dal confronto esterno e non sviluppa l'analisi interna. Questo non è solo un difetto metodologico: è un sintomo della debolezza fondamentale del corpus olmeco disponibile. Quando e se il corpus verrà ampliato — attraverso nuovi scavi, o attraverso l'identificazione di contesti dimenticati in musei e collezioni private — l'analisi interna dovrà precedere qualsiasi confronto esterno.

C.5 L'agenda di ricerca: priorità ordinate per fattibilità e potere risolutivo

Dalle analisi condotte emerge un programma di ricerca articolato. Diversamente dalla versione precedente di questo capitolo, qui le priorità vengono ordinate non solo qualitativamente ma anche in termini di costo stimato e rapporto costo/potere risolutivo.

Priorità 1 — Test linguistico comparativo proto-Mixe-Zoque / cinese arcaico

Fattibilità: Alta (dati già esistenti). **Costo:** Basso (1–2 anni, 1–2 ricercatori con competenze in linguistica storica comparata e sinologia). **Potere risolutivo:** Medio-alto.

La ricerca di corrispondenze fonetiche regolari tra cinese arcaico ricostruito (sistema Baxter-Sagart 2014) e proto-Mixe-Zoque (Kaufman-Justeson 2001) applicando i criteri standard della linguistica comparata (non somiglianze casuali isolate, ma corrispondenze sistematiche su insiemi di morfemi) costituisce il test più economico e con il miglior rapporto costo/potere risolutivo disponibile. Un risultato positivo — la presenza di prestiti lessicali foneticamente regolari associati a concetti semanticamente compatibili con la tradizione grafica Shang — cambierebbe radicalmente la valutazione dell'ipotesi. Un risultato negativo (già suggerito dalla ricerca preliminare della sezione 1.4.4) rafforzerebbe il quadro esistente. Questo test non richiede nuovi dati empirici, solo competenza tecnica applicata ai dati esistenti.

Priorità 2 — Meta-analisi sistematica delle 146 coppie glifichs di Xu

Fattibilità: Alta. **Costo:** Basso-medio (2–3 anni, team di 3–4: un paleografo del jiaguwen, un mesoamericanista iconografico, un informatico per l'analisi computazionale). **Potere risolutivo:** Medio.

Una revisione sistematica di ciascuna delle 146 coppie applicando la griglia a cinque livelli del Capitolo II, con: (a) specificazione della variante jiaguwen per periodo e divinatore; (b) calcolo del punteggio di somiglianza tramite descrittori Shape Context; (c) costruzione del grafo di Reeb per entrambi i simboli di ciascuna coppia; (d) comparazione con tre corpora di controllo (proto-elamico, Indus, segni di Vinča). Questo produrrebbe la prima valutazione critica formalmente documentata della tesi — la confutazione rigorosa che il campo avrebbe dovuto produrre vent'anni fa.

Priorità 3 — Sequenziamento sistematico dell'aDNA olmeco

Fattibilità: Media (dipende dall'accesso ai siti e dalla conservazione del DNA in ambiente tropicale). **Costo:** Medio-alto (3–5 anni, 500.000–1.500.000 €, collaborazione internazionale con accesso ai siti messicani). **Potere risolutivo:** Alto per gli Scenari B e C; basso per lo Scenario A.

I siti olmechi principali (San Lorenzo, La Venta) conservano resti scheletrici databili al periodo rilevante. La probabilità di recuperare aDNA di qualità sufficiente da campioni tropicali di 2.500–3.000 anni è inferiore a quella per campioni di ambienti freddi-aridi, ma non trascurabile: Moreno-Mayar et al. (2018) hanno già recuperato sequenze utilizzabili da due individui del Golfo del Messico di età analoga. Un campionamento sistematico di 50–100 individui con pre-screening per conservazione del collagene (proxy per la conservazione del DNA) potrebbe produrre 10–30 genomi ad alta copertura sufficienti per i test D e f_3 nel formato ottimale.

Priorità 4 — Paleogenomica di Anyang: genomi sistematici di individui Shang

Fattibilità: Media-bassa (dipende da questioni istituzionali e politiche dell'accesso ai cimiteri di Anyang). **Costo:** Alto (5–8 anni, 1.000.000–2.000.000 €, richiede collaborazione cinese). **Potere risolutivo:** Alto, essenziale per il test D ottimale.

Come discusso nella sezione 6.6, i cimiteri di Anyang conservano migliaia di scheletri databili al 1250–1046 a.C., ma i genomi completi ad alta copertura di individui Shang non sono stati pubblicati in forma sistematica. Un progetto specificamente dedicato alla genomica del periodo Anyang — 100–200 individui con copertura media 1–5×, analisi bioinformatica con test D e f_3 usando come reference le popolazioni mesoamericane disponibili — fornirebbe la risposta più diretta possibile alla questione del contatto biologico. La fattibilità istituzionale è il principale ostacolo, non quella tecnica.

Priorità 5 — Analisi botanica sistematica dei siti olmechi con focus su specie asiatiche

Fattibilità: Media. **Costo:** Medio (2–4 anni, 200.000–400.000 €, programma di paleoetnobotanica dedicato). **Potere risolutivo:** Alto se positivo, moderato se negativo.

La ricerca di fitoliti, pollini e macroresti di specie coltivate di origine asiatica (riso *Oryza sativa*, miglio *Panicum miliaceum*, soia *Glycine max*) nei depositi stratigrafici dei siti olmechi principali, attraverso campionamento sistematico su colonna stratigrafica. Un singolo seme di riso in un contesto olmeco stratigrafico sicuro e datato avrebbe un valore probatorio per il contatto equivalente alla patata dolce per il caso polinesiano-sudamericano. La probabilità a priori di trovare tale evidenza è bassa — ma è precisamente questo tipo di test che la scienza deve condurre piuttosto che semplicemente assumere il risultato negativo come inevitabile.

Le quattro aree di espansione analizzate in questa monografia permettono di specificare l'agenda di ricerca futura in modo più preciso rispetto a quanto la monografia originale e la sezione precedente consentissero.

Priorità 1 — Linguistica computazionale applicata al proto-Mixe-Zoque: Una ricerca sistematica di potenziali prestiti dal cinese arcaico nel proto-Mixe-Zoque, condotta con metodi di confronto fonologico automatizzato e con corpus di controllo (prestiti noti da lingue della Mesoamerica) per calibrare la soglia di somiglianza casuale, produrrebbe un risultato dicotomico con alta informatività: se produce zero candidati sopravvissuti a tutte le fasi del filtro, aggiunge un'evidenza forte contro l'ipotesi con rapporto di verosimiglianza nell'ordine di 0,01; se produce uno o più candidati plausibili, apre una linea di ricerca nuova e ad alto potenziale probatorio. Il costo di questa ricerca è modesto (un progetto di linguistica computazionale di 1–2 anni), il valore informativo è alto.

Priorità 2 — Simulazioni lagrangiane calibrate per il II millennio a.C.: Simulazioni di trasporto lagrangiano basate su reatanalisi paleooceanografica del periodo

1200–900 a.C. (usando le ricostruzioni paleooceanografiche da carote di sedimento, con incertezze più grandi ma non infinite) produrrebbero distribuzioni di approdo più specifiche per il periodo rilevante, permettendo di quantificare meglio il rapporto di verosimiglianza L_2.

Priorità 3 — Sequenziamento aDNA da contesti olmechi: Come già sottolineato nella sezione precedente, il sequenziamento sistematico di genomi antichi da siti olmechi (dental calculus da 30–50 individui nel range 1200–400 a.C.) produrrebbe l'aggiornamento più potente disponibile per l'ipotesi del contatto genetico, e limiterebbe (o eliminerebbe) lo spazio di incertezza residua sull'eventuale componente asiatica nel pool genetico olmeco.

Priorità 4 — Rianalisi sistematica delle iscrizioni Epi-Olmeca alla luce del jiaguwen: La decifrazione di Kaufman e Justeson del sistema Epi-Olmeca, se consolidata con nuove iscrizioni e con analisi distribuzionali più robuste, fornirebbe una base per un confronto strutturale (non solo morfologico) con il jiaguwen — il tipo di confronto che la monografia originale identifica come il solo metodologicamente rigoroso e che non è stato ancora condotto su basi testuali adeguate.

Riferimenti bibliografici integrativi (selezione)

Cosmologia e teologia comparata

Allan, S. (1991). *The Shape of the Turtle: Myth, Art, and Cosmos in Early China*. State University of New York Press.

Joralemon, P.D. (1971). *A Study of Olmec Iconography*. Dumbarton Oaks.

Keightley, D. (2000). *The Ancestral Landscape: Time, Space, and Community in Late Shang China*. Institute of East Asian Studies, University of California.

Lévi-Strauss, C. (1964–1971). *Mythologiques* (4 voll.). Plon.

Reilly, F.K. III (1994). Visions to Another World: Art, Shamanism, and Political Power in Middle Formative Mesoamerica. Ph.D. dissertation, University of Texas at Austin.

Reilly, F.K. III, e J. Garber (a cura di) (2007). *Ancient Objects and Sacred Realms: Interpretations of Mississippian Iconography*. University of Texas Press.

Schwartz, B. (1985). *The World of Thought in Ancient China*. Harvard University Press.

Oceanografia e rotte di navigazione

Adney, E.T., e H.I. Chapelle (2014 [1964]). *The Bark Canoes and Skin Boats of Northern North America*. Smithsonian Institution Press.

Behrens, E., e M. Meier (2012). Simulating the Kuroshio Extension Pathway Using a High-Resolution Ocean Model. *Ocean Dynamics*, 62(3), 441–462.

Brooks, C.W. (1875). *Japanese Wrecks, Stranded and Picked Up Adrift in the North Pacific Ocean*. California Academy of Sciences.

Genz, J., e collaboratori (2009). Wave Navigation in the Marshall Islands. *Oceanography*, 22(2), 234–245.

Irwin, G. (1992). *The Prehistoric Exploration and Colonisation of the Pacific*. Cambridge University Press.

Washburn, L., e collaboratori (2006). Modelling Particle Pathways in the Pacific: A Lagrangian Approach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 111(C10).

Linguistica mesoamericana

Baxter, W.H., e L. Sagart (2014). *Old Chinese: A New Reconstruction*. Oxford University Press.

Bickel, B., e J. Nichols (2011). Inflectional Synthesis of the Verb. In: M.S. Dryer e M. Haspelmath (a cura di), *The World Atlas of Language Structures Online*. Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology.

Campbell, L. (1997). *American Indian Languages: The Historical Linguistics of Native America*. Oxford University Press.

Campbell, L., T. Kaufman, e T.C. Smith-Stark (1986). Meso-America as a Linguistic Area. *Language*, 62(3), 530–570.

Kaufman, T., e J. Justeson (2001). Epi-Olmec Hieroglyphic Writing and Texts. In: Precolumbian Art Research Institute Monograph 6.

Wichmann, S. (1995). *The Relationship Among the Mixe-Zoquean Languages of Mexico*. University of Utah Press.

Economia politica dell'Età del Bronzo

Blanton, R., e collaboratori (1996). A Dual-Processual Theory for the Evolution of Mesoamerican Civilization. *Current Anthropology*, 37(1), 1–14.

Cunliffe, B. (2015). *By Steppe, Desert, and Ocean: The Birth of Eurasia*. Oxford University Press.

Frank, A.G., e B. Gills (a cura di) (1993). *The World System: Five Hundred Years or Five Thousand?* Routledge.

Kohl, P. (2007). *The Making of Bronze Age Eurasia*. Cambridge University Press.

Kristiansen, K., e T. Larsson (2005). *The Rise of Bronze Age Society: Travels, Transmissions and Transformations*. Cambridge University Press.

Marcus, J., e K.V. Flannery (1996). *Zapotec Civilization: How Urban Society Evolved in Mexico's Oaxaca Valley*. Thames and Hudson.

C.6 Implicazioni metodologiche più ampie: la storia della scrittura come campo aperto

Al di là della questione specifica del contatto Shang-Olmeca, il percorso analitico di questa monografia ha implicazioni più ampie per la metodologia dell'analisi comparativa dei sistemi grafici antichi.

Il problema della convergenza tipologica richiede strumenti quantitativi. L'argomento della convergenza tipologica — che le somiglianze morfologiche tra sistemi grafici distanti siano spiegabili senza ipotizzare contatti — è corretto come principio generale ma è stato applicato quasi universalmente in modo qualitativo: si dichiara che le somiglianze "rientrano nella convergenza" senza calcolare la probabilità di questo giudizio. Il protocollo proposto nel Capitolo IV — distribuzione della metrica di somiglianza su corpora di controllo sicuramente non correlati, test FDR di Benjamini-Hochberg, analisi topologica con grafi di Reeb — rappresenta un tentativo di rendere questo giudizio quantitativamente fondato. La sua applicazione sistematica alla letteratura comparativa sui sistemi grafici antichi potrebbe produrre risultati sorprendenti in entrambe le direzioni: falsificare alcune proposte di contatto che sembrano plausibili; e identificare correlazioni statisticamente significative tra sistemi tradizionalmente considerati indipendenti.

L'esempio metodologico da usare, non quello da evitare. Nel Capitolo II (sezione 2.1) si era identificato nell'occhio — il geroglifico egiziano D4 (𓁹) e il carattere jiaguwen 目 (*mù*, "occhio") — il caso paradigmatico di somiglianza morfologica precisa spiegata dalla convergenza cognitiva universale: entrambi i sistemi rappresentano l'occhio come un'ellisse verticale con un elemento mediano, struttura topologicamente identica (componente chiusa con elemento interno non tangente al contorno). Questo esempio — che avrebbe dovuto essere al centro del Capitolo II piuttosto che il confronto sole egiziano / 日 originariamente proposto — illustra perfettamente la distinzione tra somiglianza genuina e somiglianza probante: la somiglianza è reale e precisa, ma la convergenza cognitiva (entrambi i sistemi schematizzano lo stesso oggetto visivo, l'occhio umano) è una spiegazione più parsimonistica di qualsiasi ipotesi di contatto. Il confronto 目 / D4 è anche documentato indipendentemente in sumerico (segno IGI, "occhio"), proto-elamico (M388 nella classificazione Damerow-Englund), lineare B (segno *o-pa*), e innumerevoli sistemi pittografici storici e preistorici — una distribuzione geografica che esclude qualsiasi spiegazione unitaria per contatto e richiede convergenza indipendente. La struttura di questo caso — somiglianza morfologica + convergenza cognitiva motivata + distribuzione geografica ampia che esclude l'ipotesi diffusionistica — dovrebbe essere il modello per la valutazione dei casi controversi.

C.7 Una nota sull'onestà intellettuale come pratica scientifica

Questa monografia si è proposta, fin dall'Introduzione, di prendere sul serio un obbligo epistemologico che l'accademia ha in questo caso disatteso: sottoporre un'ipotesi empiricamente formulata a un esame empiricamente adeguato. Il risultato di questo esame è, nella sostanza, sfavorevole alla tesi di Xu: le sue debolezze metodologiche sono reali e serie; la struttura dell'evidenza è radicalmente meno convincente di quella del caso polinesiano-sudamericano; i test genomici disponibili escludono le versioni forti del contatto; e l'analisi statistica formale dei confronti glifichs mostra che le somiglianze osservate sono statisticamente compatibili con l'ipotesi nulla di convergenza casuale su uno spazio di ricerca di ~660.000 coppie candidate.

Ma il percorso ha anche mostrato che il rigetto mainstream è stato prodotto attraverso meccanismi — il silenzio istituzionale, il costo reputazionale dell'engagement, il doppio standard probatorio, la confusione tra argomenti di merito e argomenti di identità disciplinare — che non sono epistemicamente rispettabili, e che lasciano la questione in uno stato di incertezza non risolto diverso da quello che produrrebbe una confutazione rigorosa.

L'onestà intellettuale richiede di tenere insieme queste due valutazioni senza privilegiarne una per ragioni di convenienza: la tesi è probabilmente sbagliata nella sua versione più ambiziosa; la risposta che ha ricevuto è stata inadeguata; entrambe le cose sono vere. Questa coesistenza non è un paradosso ma una descrizione accurata dello stato del campo.

C.8 L'ultima parola: una domanda aperta con contorni precisi

La domanda con cui questa monografia si è aperta — *ci fu un contatto tra la civiltà olmeca e la Cina della dinastia Shang?* — non può ricevere, allo stato attuale delle conoscenze, una risposta definitiva. Ma i contorni entro cui la risposta potrebbe essere trovata sono ora, al termine di questo percorso, più precisi di quanto fossero all'inizio.

Sappiamo che cosa non possiamo più sostenere: che la questione sia risolvibile attraverso la sola analisi visiva delle somiglianze glifichs, senza controllo statistico formale e senza supporto da domini indipendenti.

Sappiamo che cosa l'evidenza genomica disponibile esclude: una mescolanza biologica superiore all'1–5% nelle popolazioni mesoamericane del periodo rilevante (Scenari B e C), con confidenza rispettivamente del 95% e del 70–80%.

Sappiamo che cosa la linguistica storica comparata potrebbe testare con i dati esistenti: la presenza di prestiti lessicali foneticamente regolari tra cinese arcaico ricostruito e proto-Mixe-Zoque, un test a basso costo e alto potere risolutivo che non è ancora stato condotto.

Sappiamo che cosa la traversata del Pacifico richiederebbe come condizione necessaria ma non sufficiente: tecnologie nautiche documentate nelle popolazioni costiere dell'Asia

orientale del II millennio a.C. — meno sviluppate della navigazione austronesiana ma non incompatibili con la deriva lungo il Kuroshio.

Sappiamo che cosa renderebbe la tesi paragonabile al precedente polinesiano-sudamericano: la convergenza di evidenze in almeno tre domini indipendenti (botanico, linguistico, genomico), la cui assenza attuale definisce con precisione il gap tra ipotesi suggestiva e ipotesi documentata.

E sappiamo infine — forse il contributo metodologico più duraturo di questo lavoro — che cosa sia e non sia la convergenza tipologica: non una formula magica da invocare per chiudere ogni confronto morfologico scomodo, ma un meccanismo con forza esplicativa quantificabile che diminuisce all'aumentare della specificità della somiglianza. Un cerchio che rappresenta il sole è un pittogramma universale; la coppia 目 (occhio) / D4 egiziano è somiglianza precisa spiegata dalla convergenza cognitiva documentata su scala globale; due sistemi che condividono strutture compositive specifiche e funzioni analoghe nei rispettivi sistemi sono già qualcosa che la convergenza tipologica fatica a spiegare senza aggiungere ipotesi ausiliarie. La distinzione tra questi livelli è il confine metodologico entro cui questa monografia ha cercato di lavorare, e che propone come standard minimo per le analisi future del campo.

Chiudiamo con una constatazione che è, nel suo genere, un piccolo trionfo del metodo: siamo in grado di dire con precisione dove finisce la conoscenza disponibile e dove comincia la speculazione. Questo confine è già, di per sé, un contributo.

APPENDICI

APPENDICE A

L'agenda di ricerca — priorità aggiornate al 2024

L'agenda di ricerca proposta nelle conclusioni originali può essere aggiornata con alcune osservazioni derivanti dagli sviluppi recenti della paleogenomica, dell'epigrafia computazionale e dell'oceanografia paleoambientale.

La priorità più immediata, dal punto di vista del potere risolutivo rispetto al costo, è il sequenziamento sistematico dell'aDNA dai siti olmechi — una lacuna che si sta rapidamente colmando grazie al progresso tecnico nella estrazione di DNA antico da contesti tropicali. I suoli acidi delle zone umide di Veracruz e Tabasco sono ambienti difficili per la conservazione del DNA, ma non impossibili: il lavoro di Warinner e collaboratori (2015) ha mostrato che il calcolo dentale (*dental calculus*) preserva il DNA in condizioni ambientali molto avverse, e la disponibilità di denti umani da siti olmechi nei depositi museali messicani è sufficiente per una campagna di sequenziamento su larga scala. Un progetto di sequenziamento di 30–50 genomi individuali da San Lorenzo, La Venta e Tres Zapotes nell'arco temporale 1200–400 a.C. — fattibile con le tecnologie e i costi attuali in 3–5 anni di lavoro — produrrebbe evidenze in grado di escludere (o, in linea teorica, di rilevare) qualsiasi componente di ascendenza dell'Asia orientale superiore all'1–2%, risolvendo in modo quasi definitivo la questione genetica dell'ipotesi del contatto.

La seconda priorità è lo studio paleoambientale sistematico dei sedimenti lacustri dell'area olmeca per la ricerca di polline di specie asiatiche. Come notato in sezione §I.5.2, le analisi palinologiche sistematiche finalizzate alla ricerca di specie non native americane (come il riso *Oryza sativa*, la soia *Glycine max*, o piante medicinali cinesi che non hanno equivalenti americani) non sono mai state condotte nei siti olmechi. Il polline ha una detection probability alta in sedimenti organici ben preservati, e la presenza di polline di specie asiatiche in depositi olmechi sarebbe evidenza quasi irrefutabile di contatto. La sua assenza, in dataset sistematici di sufficiente dimensione, aggiungerebbe un'ulteriore evidenza forte all'argomento ex silentio.

Catalogo critico annotato delle quindici coppie glifichs più significative

Applicazione sistematica della griglia analitica a sei livelli (Capitolo II, §2.6)

Nota metodologica

Questa appendice presenta un’analisi ravvicinata delle quindici coppie glifico-cinesi che Xu considera più probanti, applicando a ciascuna la griglia analitica a sei livelli introdotta nel Capitolo II (morfologia grossolana, morfologia fine, struttura topologica, struttura

compositiva, funzione nel sistema, campo semantico). Per ogni coppia vengono indicati: il profilo topologico (τ) di entrambi i segni, il grado di somiglianza stimato per livello, e un giudizio complessivo sulla spiegabilità tramite convergenza tipologica. I segni jiaguwen sono identificati con il carattere cinese standard seguito dal numero di strofa nel *Jiaguwen Zidian* (JZ) di Xu Zhongshu (1988), con l'indicazione del Periodo paleografico (I–V) per la variante considerata.

Coppia 1: 中 (*zhōng*, "centro") — glifo olmeco del quadripartito

Descrizione morfologica. Il glifo olmeco mostra una croce con bracci di lunghezza approssimativamente uguale, talvolta inscritta in un cerchio o in un quadrato. Il carattere 中 nel jiaguwen di Periodo I (JZ 0001.2) ha la forma di un'asta verticale che attraversa un contenitore rettangolare aperto in alto e in basso.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L1 — Morfologia grossolana	Somiglianza moderata	Entrambi mostrano un elemento centrale con estensioni ortogonali
L2 — Morfologia fine	Divergenza significativa	Il glifo olmeco ha simmetria quadripartita; 中 ha struttura essenzialmente verticale con contenitore
L3 — Topologia (τ)	Diverso: glifo (4, 0, 1, 1, 0); 中 (2, 2, 0, 1, 0)	Numero di terminazioni e tipo di giunzioni differenti
L4 — Struttura compositiva	Non comparabile	Il contenitore di 中 non ha corrispettivo nel glifo olmeco
L5 — Funzione nel sistema	Sconosciuta per il glifo olmeco	中 è ideogramma spaziale/gerarchico
L6 — Campo semantico	"Centro cosmico" (olmeco) vs. "centro/mezzo" (cinese) — concetto universale	Convergenza indipendente robustamente motivata

Giudizio: Spiegabile per convergenza tipologica a tutti i livelli verificabili. L'associazione culturale del simbolo cruciforme con il "centro cosmico" è documentata in culture preistoriche di quattro continenti.

Coppia 2: 水 (*shuǐ*, "acqua") — glifo ondulato olmeco

Descrizione morfologica. Il glifo olmeco mostra una linea ondulata centrale con elementi laterali similmente ondulati. Il carattere 水 nel jiaguwen di Periodo I (JZ 0570.1) mostra una linea verticale centrale con tratti diagonali/ondulati su entrambi i lati.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L1–L2 — Morfologia	Somiglianza reale	Struttura tripartita con elemento centrale e due elementi laterali onduleggianti
L3 — Topologia	Simile: entrambi $(5, 2, 0, 1, 0)$ in varianti principali	Profilo compatibile
L4 — Struttura compositiva	Simile	Tripartizione verticale con elemento centrale dominante
L5 — Funzione	Entrambi pittogrammi in fase iniziale	Convergente
L6 — Campo semantico	"Acqua" in entrambi i sistemi	Ma convergenza cognitiva fortissima

Giudizio: La forma ondulata per "acqua" è un pittogramma cognitivamente radicato documentato in egiziano antico (geroglifico N35), sumerico (segno A), proto-elamico (segno M23), e innumerevoli sistemi pittografici preistorici. È tra gli esempi più robusti di convergenza tipologica universale. Non costituisce evidenza di contatto.

Coppia 3: 山 (*shān*, "montagna") — glifo trilobato olmeco

Descrizione morfologica. Il glifo olmeco mostra tre lobi o proiezioni verso l'alto, talvolta su una base comune. Il carattere 山 nel jiaguwen di Periodo I (JZ 1312.1) mostra tre picchi su una base lineare comune, con il picco centrale più alto.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L1–L3 — Morfologia e topologia	Somiglianza reale in esemplari di tipo T_{31}	Profilo $(3, 0, 0, 1, 0)$ condiviso
L3 — Problema critico	La struttura T_{31} è condivisa da almeno 24 caratteri jiaguwen	艸 (erba), 芻 (foraggio), e varianti di radicali botanici hanno lo stesso profilo

L4 — Struttura compositiva	Diverge in esemplari olmechi	T32 Alcuni esemplari olmechi hanno lobi su base circolare, non lineare
L6 — Campo semantico	"Montagna" (cinese); funzione sconosciuta (olmeca)	Parallelo paesaggistico universale

Giudizio: La somiglianza con 山 non è più specifica della somiglianza con altri 23 caratteri del jiaguwen con profilo topologico identico. La specificità del confronto — condizione necessaria per il valore probatorio — è insufficiente.

Coppia 4: 帝 (*dì*, "imperatore/signore celeste") — glifo del pendant di La Venta

Descrizione morfologica. Il glifo del pendant di La Venta mostra un elemento superiore circolare/ovalare con proiezioni radiali su una base larga. Il carattere 帝 nel jiaguwen di Periodo I (JZ 0002.1–0002.4) mostra un elemento superiore ramificato con tre–cinque proiezioni laterali (interpretate come fiori secchi legati o fulmine) su una base lineare.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L1 — Morfologia grossolana	Somiglianza percepita	Elemento dominante su base — schema estremamente comune
L2 — Morfologia fine	Divergenza: proiezioni radiali (olmeco) vs. ramificazioni laterali (cinese)	Struttura interna diversa
L3 — Topologia	Diverso: glifo tipo T-stella; 帝 tipo T-albero	Profili di Reeb strutturalmente distinti
L4 — Struttura compositiva	Non comparabile	Logica di composizione differente
L5 — Funzione	帝 è ideogramma politico-religioso; funzione del glifo olmeco sconosciuta	
L6 — Campo semantico	"Potere celeste/autorità suprema" — campo semantico vasto e universale	

Giudizio: Questo è il caso che Xu considera più probante. L'analisi formale mostra tuttavia che la somiglianza è al solo Livello 1 (impressione globale), non ai livelli topologici specifici. Il carattere 帝 presenta 23 varianti grafiche nel corpus di Anyang (periodi I–V), e la variante selezionata da Xu per il confronto non è quella più frequente. La somiglianza con 帝 non è statisticamente eccezionale rispetto alla somiglianza con altri caratteri con struttura verticale articolata (享, 亭, 高).

Coppia 5: 目 (*mù*, "occhio") — segno oculare olmeco

Descrizione morfologica. Ellisse verticale con elemento mediano orizzontale, in entrambi i sistemi.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L1–L3	Somiglianza precisa e reale	Profilo topologico (0, 0, 0, 1, 1) identico — componente chiusa con elemento interno
L6	"Occhio" in entrambi i sistemi	

Giudizio: La convergenza tipologica per questo caso è straordinariamente robusta. La rappresentazione dell'occhio come ellisse con elemento mediano è documentata in egiziano (geroglifico D4), sumerico (segno IGI), proto-elamico (segno M388), e innumerevoli sistemi pittografici preistorici. Questo è il caso paradigmatico di pittogramma cognitivamente universale.

Coppia 6: 日 (*rì*, "sole") / 月 (*yuè*, "luna") — cerchi/ellissi olmechi

Giudizio: Convergenza universale. Cerchi e semilune per sole e luna sono documentati in ogni sistema pittografico noto.

Coppia 7: 火 (*huǒ*, "fuoco") — glifo fiammante olmeco

Descrizione morfologica. Il glifo olmeco mostra proiezioni verso l'alto a forma di fiamma. Il carattere 火 nel jiaguwen ha tre o quattro proiezioni verso l'alto da una base comune.

Giudizio: Convergenza robusta. La rappresentazione del fuoco attraverso proiezioni ascendenti è universale.

Coppia 8: 人 (*rén*, "persona") — figura antropomorfa schematica olmeca

Giudizio: La rappresentazione schematica dell'essere umano in posizione frontale con testa, tronco e arti è un pittogramma cognitivamente universale (cfr. le figure del Paleo-lithico europeo). Convergenza tipologica certa.

Coppia 9: 大 (*dà*, "grande") — figura con braccia estese olmeca

Descrizione morfologica. 大 nel jiaguwen mostra una figura umana frontale con braccia estese orizzontalmente. Alcuni glifi olmechi mostrano forme analoghe.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L1–L2	Somiglianza reale	Struttura umanoide con estensioni orizzontali
L3	Profilo (5, 0, 0, 1, 0) — condiviso con molti caratteri	
L6	大 significa "grande" perMeccanismo di iconicità metonimia (persona che siindipendente estende)	

Giudizio: La rappresentazione della "grandezza" attraverso una figura umana con braccia estese è un meccanismo iconico plausibile in modo indipendente. Convergenza tipologica spiegabile.

Coppia 10: 十 (*shí*, "dieci") — croce semplice olmeca

Giudizio: Una croce formata da due segmenti rettilinei ortogonali è la struttura più semplice possibile per un sistema pittografico. Convergenza tipologica garantita per ragioni ergonomiche (è uno dei segni più facili da incidere su qualsiasi supporto).

Coppia 11: 心 (*xīn*, "cuore") — forma cardiomorfa olmeca

Descrizione morfologica. 心 nel jiaguwen di Periodo I mostra tre o quattro tratti curvilinei che imitano la forma del cuore. Alcuni segni olmechi mostrano forme simili.

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note

L3	Profilo topologico variabile tra varianti — non standardizzabile
L6	"Cuore" come sede delle emozioni — schema cognitivo universale

Giudizio: Convergenza tipologica. L'associazione cuore-emozioni è documentata in modo indipendente in molteplici tradizioni culturali.

Coppia 12: 天 (*tiān*, "cielo") — glifo con linea orizzontale superiore olmeco

Descrizione morfologica. 天 nel jiaguwen mostra una figura umana con un elemento orizzontale sovrastante (il cielo che sovrasta l'uomo). Alcuni glifi olmechi mostrano linee orizzontali sovrastanti figure.

Giudizio: Lo schema iconico "elemento orizzontale sopra figura umana = cielo" è estremamente generico. La struttura topologica (2, 1, 0, 1, 0) di 天 è condivisa con decine di caratteri jiaguwen.

Coppia 13: 土 (*tǔ*, "terra") — glifo con elemento basale olmeco

Giudizio: Lo schema "elemento verticale su base orizzontale" è tra i più comuni nei sistemi pittografici. Convergenza universale.

Coppia 14: 子 (*zǐ*, "figlio/bambino") — figura infantile olmeca schematica

Giudizio: La rappresentazione schematica di un infante attraverso una figura con testa grande e arti ridotti è un pittogramma cognitivamente motivato. Convergenza tipologica.

Coppia 15: Glifo composito del "sovrano con serpente" — composito jiaguwen

Descrizione. Xu confronta un glifo composito olmeco, inciso su un oggetto rituale di La Venta e interpretato come "sovrano con serpente celeste", con una combinazione di due caratteri jiaguwen (帝 + 龍 o 帝 + 虺). Si tratta della comparazione più ambiziosa, che opera a Livello 4 (struttura compositiva).

Analisi per livello:

Livello	Valutazione	Note
L4 — Struttura compositiva	Difficilmente comparabile	Il glifo olmeco è un unicum; la "combinazione" jiaguwen è una costruzione di Xu, non una parola composta attestata come unità nei testi
L6 — Campo semantico	"Potere + serpente celeste" — associazione ubiqua in culture dell'età del Bronzo	Convergenza iconografica inprobabile

Giudizio: Questo confronto è metodologicamente il più problematico. La "parola composta" 帝+龍 non è attestata come unità grafica indipendente nel corpus di Anyang; la comparazione è quindi costruita a posteriori da Xu combinando due caratteri. Il valore probatorio è prossimo a zero.

Sintesi del catalogo

Coppia	Livello massimo di somiglianza	Spiegabile per convergenza	Priorità per revisione specialistica
1 (中/quadripartito)	L1	Sì (schema universale)	Bassa
2 (水/onda)	L3–L4	Sì (pittogramma universale)	Bassa
3 (山/trilobato)	L3 (T_{31})	Sì (24 altri caratteri hanno stesso profilo)	Bassa
4 (帝/pendant)	**L1**	**Parzialmente: topologia diverge**	**Alta**
5 (目/occhio)	L3	Sì (pittogramma cognitivo universale)	Bassa
6–10 (elementari)	L1	Sì	Nulla
11–14 (comuni)	L1–L2	Sì	Nulla
15 (composito)	**L4 costruito**	**Non applicabile**	**Alta (per correttezza metodologica)**

La coppia 4 e la coppia 15 emergono come i due casi che meritano revisione paleografica specialistica indipendente, non per la loro forza probatoria (che rimane bassa) ma perché la loro analisi formale richiede competenze congiunte di paleografia jiaguwen e iconografia olmeca che questa monografia non può sostituire.

APPENDICE B

Cronologia sinottica comparata: civiltà olmeca e dinastia Shang (2000–400 a.C.)

Tabella di riferimento per la valutazione delle sovrapposizioni cronologiche

---

Nota metodologica

Le date riportate sono approssimazioni basate sulle datazioni radiocarboniche (AMS) calibrate per i siti olmechi e sulle cronologie tradizionali e dendrocronologiche per la Shang. L'incertezza delle datazioni radiocarboniche è indicata con ± anni. Per la Shang, le date dei regni reali seguono la "cronologia lunga" dell'*Xia-Shang-Zhou Chronology Project* (2000) per i periodi più antichi e la cronologia di Keightley per Anyang.

Parte I — Fase di avvicinamento (2000–1200 a.C.)

Data (a.C.)	Civiltà olmeca — Area del Golfo del Messico	Dinastia Shang — Pianura del Fiume Giallo
2000–1500	Periodo pre-olmeco: villaggi di agricoltori del mais nelle pianure alluvionali di Veracruz e Tabasco; nessuna evidenza di architettura monumentale	Tarda Shang primitiva (pre-Anyang): la cultura Erlitou (ca. 1900–1500) precede la Shang in Henan; bronzistica iniziale; primo uso di caratteri precursori del jiaguwen su ossa
1500–1200	**Fase San Lorenzo A** (ca. 1500–1150 a.C.): emergenza del centro cerimoniale di San Lorenzo; prime teste colossali; economia basata sul mais intensivo; prime reti di scambio della giada; prime simboli grafici su ceramica	**Shang di Zhengzhou** (ca. 1600–1300 a.C.): capitale a Zhengzhou (Ao); produzione di bronzi a tecnica sezionata; scrittura proto-jiaguwen su ossa; espansione verso nord-est; Re Pan Geng trasferisce la capitale verso Anyang ca. 1300 a.C.

Parte II — Fase di massima sovrapposizione (1200–1046 a.C.)

Questa è la finestra temporale entro cui un contatto diretto avrebbe dovuto avvenire secondo la versione cronologicamente più parsimoniosa della tesi.

Data (a.C.)	Civiltà olmeca	Dinastia Shang
1150–1100	**Picco di San Lorenzo B**: massima concentrazione di produzione artistica (teste colossali 1–4); massima elaborazione dell'iconografia del were-jaguar; più alta densità di simboli incisi su supporti di giada	**Anyang sotto Wu Ding** (ca. 1250–1192): corpus jiaguwen di Periodo I; massima proliferazione della scapulomanzia; campagne militari verso nord-est e nord-ovest; sacrifici su larga scala documentati; il corpus di Anyang conta ~10.000 frammenti datati a Wu Ding
1100–1046	**Declino di San Lorenzo** (ca. 1100–900 a.C.): tracce di distruzione deliberata di alcune monumenti (ca. 900 a.C.); trasferimento dell'asse culturale verso La Venta; continuità della produzione artistica ma riduzione volumetrica	**Anyang Periodi II–V** (ca. 1192–1046): successive dinastie reali (Zu Geng, Zu Jia, Lin Xin, Geng Ding, Wu Yi, Wen Wu Ding, Di Yi, Di Xin); corpus jiaguwen di Periodi II–V; crescente formalizzazione grafica; stilizzazione progressiva dei caratteri; ultima fase Shang sotto Di Xin

---

Parte III — Dopo la caduta Shang (1046–400 a.C.)

Data (a.C.)	Civiltà olmeca	Cina post-Shang
1046	San Lorenzo in declino terminale; La Venta emerge come polo principale	**Conquista Zhou della Shang** (ca. 1046 secondo la cronologia di Keightley; date alternative: 1045 o 1027): caduta del re Di Xin; dispersione dell'élite Shang; fondazione della dinastia Zhou occidentale
1046–900	La Venta in piena espansione: architettura monumentale in	Zhou occidentale a Hao/Zongzhou (Shaanxi):

	mattoni di argilla; grande piattaforma centrale; depositi di offerte con giada; elaborazione del repertorio iconografico olmeco	scrittura dei Bronzi Zhou (jinwen, 金文); continuità della tradizione grafica Shang con semplificazione; le élite Shang sconfitte sono incorporate nella struttura feudale Zhou; alcune famiglie Shang mantengono il controllo di territori periferici	
900–400	**La Venta** (ca. 900–400 a.C.): massima elaborazione artistica; produzione dei mosaici di giada; fine della civiltà olmeca come entità politica unitaria; eredità distribuita nelle civiltà mesoamericane successive (Maya, Zapoteca, Teotihuacana)	**Zhou orientale** (ca. 771–475): Zhou occidentale distrutta da invasioni nomadiche; capitale trasferita a Luoyi; periodo delle Primavere e Autunni (Chunqiu); emergenza degli stati feudali; inizio del periodo dei Regni Combattenti	

Sintesi delle finestre temporali critiche

Periodo	San Lorenzo B	Tarda Shang (Anyang)	Sovrapposizione effettiva
Stima centrale	1150–900 a.C.	1250–1046 a.C.	**~1150–1046 a.C. (ca. 104 anni)**
Incertezza AMS (±1σ)	±50 anni	±20 anni (dendrocronologia)	**~44–164 anni**
Implicazione	La finestra di sovrapposizione reale potrebbe essere significativamente più breve di quanto le stime centrali suggeriscano		

Distanze geografiche rilevanti

Tratto	Distanza approssimativa	Note

Anyang (Henan) → coste del Pacifico (Shandong/Jiangsu)	~1.500–2.000 km	Attraverso territori di culture non-Shang nel periodo tardo
Costa del Pacifico occidentale (Giappone meridionale) → Costa del Pacifico orientale (Messico nord-occidentale) via Kuroshio	~12.000–15.000 km	Rotta attraverso il Pacifico settentrionale; tempo di deriva stimato 6–18 mesi
Costa del Pacifico messicana (Jalisco) → Area olmeca del Golfo (Veracruz)	~800 km	Attraverso la Sierra Madre Occidental; rotta difficile
Anyang → San Lorenzo (percorso totale)	**~14.000–18.000 km**	**Rotta terrestre + traversata oceanica**

APPENDICE C

Note sulla fonologia del cinese arcaico: ricostruzioni pertinenti alla discussione

Riferimento per la valutazione linguistica del test di prestito lessicale

---

C.1 Premessa: perché la fonologia è rilevante

Il Capitolo IV (sezione 4.6.3) e le Conclusioni (sezione C.2.4) hanno identificato la ricerca di prestiti lessicali foneticamente imparentati tra il cinese arcaico ricostruito e le lingue proto-mesoamericane come uno dei test più potenti e meno esplorati per l'ipotesi del contatto. Questa appendice fornisce le ricostruzioni fonetiche pertinenti e illustra il metodo comparativo che una ricerca formale dovrebbe seguire.

C.2 I sistemi di ricostruzione del cinese arcaico

La ricostruzione della fonologia del cinese arcaico (*shànggǔ hànyǔ*, 上古漢語, ca. 1250–600 a.C.) è un campo altamente sviluppato con due sistemi principali:

Sistema Baxter-Sagart (2014). Il sistema più recente e dettagliato, pubblicato in *Old Chinese: A New Reconstruction* (Cambridge University Press). Impiega una notazione IPA estesa con diacritici specifici per le proprietà fonologiche del cinese arcaico. Le ricostruzioni includono toni (quattro toni arcaici: *píng*, *shǎng*, *qù*, *rù*), prefissi (**m-*, **s-*, **N-*), infissi e distinzioni di laringale.

Sistema Zhengzhang Shangfang (2003). Sistema alternativo pubblicato in *Shànggǔ Yīnxì* (Grammatica fonetica del cinese arcaico, Shanghai jiaoyu chubanshe). Diverge da Baxter-Sagart principalmente nella ricostruzione delle consonanti iniziali e delle vocali.

Per questa appendice si usa la notazione Baxter-Sagart (2014) come riferimento principale, indicando le varianti Zhengzhang Shangfang dove rilevanti.

C.3 Ricostruzioni dei caratteri discussi nella monografia

I caratteri seguenti sono stati citati nel testo principale in relazione ai confronti con i glifi olmechi. Le ricostruzioni fonetiche sono pertinenti per il test linguistico di prestito lessicale: se un morfema cinese fosse stato prestato nel proto-mesoamericano, ci aspetteremmo di trovare una corrispondenza fonetica regolare nelle lingue della famiglia Mixe-Zoque (considerata la lingua della civiltà olmeca da Kaufman e Justeson 2001) o nelle lingue vicine.

Carattere	Significato	Ricostruzione Baxter-Sagart (2014)	Ricostruzione Zhengzhang (2003)	Dominio semantico rilevante
帝 *dì*	imperatore; signore celeste; Dio supremo	*tᶜek-s	*te:gs	Potere politico e religioso
中 *zhōng*	centro; mezzo	*truŋ	*tluŋ	Spazio cosmologico
水 *shuǐ*	acqua	*qʰljuʔ	*hlju:lʔ	Elemento naturale
山 *shān*	montagna	*srjan	*sreen	Paesaggio
天 *tiān*	cielo	*tʰīn	*lʰi:n	Spazio cosmologico
土 *tǔ*	terra	*tʰaʔ	*hla:ʔ	Elemento naturale
日 *rì*	sole	*nik	*ɲit	Corpo celeste
月 *yuè*	luna	*ŋʷat	*ŋo:d	Corpo celeste
人 *rén*	persona; essere umano	*niŋ	*nin	Essere umano
火 *huǒ*	fuoco	*hmljoʔ	*hŋa:lʔ	Elemento naturale
大 *dà*	grande	*dᶜats	*da:ds	Quantità/qualità
龍 *lóng*	drago; serpente celeste	*Cə.roŋ	*b·rloŋ	Creatura mitica
心 *xīn*	cuore; mente	*siŋ	*siŋ	Anatomia/emozioni
目 *mù*	occhio	*muk	*muk	Anatomia
王 *wáng*	re; sovrano	*ɢʷaŋ	*ɢʷaŋ	Potere politico

C.4 Il test linguistico: metodologia e criteri

Un test linguistico formale per prestiti dal cinese arcaico nel proto-Mixe-Zoque (pMZ) dovrebbe rispettare i seguenti criteri standard della linguistica storica comparata:

Criterio 1 — Corrispondenza fonetica regolare. Una singola somiglianza casuale tra due forme non costituisce evidenza di prestito; è necessario un sistema di corrispondenze

regolari su più coppie. Per esempio, se la consonante iniziale *t- del cinese arcaico corrisponde sistematicamente a una consonante *t- del proto-Mixe-Zoque in un insieme di dieci o più coppie, la corrispondenza è regolare.

Criterio 2 — Congruenza semantica precisa. La corrispondenza semantica deve essere precisa, non generica. Una forma pMZ che significa "potere/autorità" è un candidato per il prestito di 帝 *dì* (*tʿek-s); una forma che significa genericamente "persona importante" non lo è.

Criterio 3 — Assenza di spiegazioni alternative. La somiglianza fonetica deve essere valutata dopo aver escluso le spiegazioni alternative: discendenza comune da un proto-linguaggio più antico (impossibile in questo caso, data la distanza geografica e genetica), e onomatopeia (per morfemi che imitano suoni naturali).

Criterio 4 — Plausibilità culturale. I morfemi prestati devono appartenere a campi semantici coerenti con un contesto di contatto culturale: tecnologia, commercio, concetti religiosi o politici importati. Morfemi del vocabolario di base (pronomi, numerali, parti del corpo) raramente vengono prestati e la loro somiglianza suggerisce parentela genetica piuttosto che prestito.

C.5 Stato della ricerca e lacune

La ricerca sistematica di prestiti lessicali dal cinese arcaico ricostruito nelle lingue proto-mesoamericane **non è mai stata condotta in modo formale**. Le ragioni di questa lacuna sono molteplici:

1. Le ricostruzioni del proto-Mixe-Zoque (Kaufman e Justeson 2001; Brown et al. 2011) e del proto-Totonacan (Aschmann 1973; MacKay e Trechsel 2019) sono diventate sufficientemente precise da permettere confronti solo negli ultimi due decenni.
2. I sinologi specializzati in cinese arcaico (Baxter, Sagart, Schuessler) non hanno generalmente familiarità con le lingue mesoamericane, e viceversa.
3. Il tabù accademico discusso nel Capitolo VII disincentiva anche ricerche preliminari che sarebbero metodologicamente ineccepibili.

Cosa ci si aspetterebbe se il prestito fosse avvenuto. Se un morfema del cinese arcaico fosse stato prestato nel proto-Mixe-Zoque intorno al 1000–900 a.C., la sua forma odierna nelle lingue Mixe-Zoqueane avrebbe subito i cambiamenti fonetici regolari documentati per quella famiglia linguistica. Utilizzando le ricostruzioni di Kaufman e Justeson (2001) per pMZ, la forma attesa del prestito di 帝 *dì* (*tʿek-s, con coda -s che indica categoria grammaticale) in una lingua Zoqueana moderna sarebbe nell'ordine di *tek o *tik dopo semplificazione della coda consonantica. Una ricerca sistematica dei lessici Zoqueani e Mijeani per forme foneticamente simili a *tek/*tik associate al campo

semantico del potere religioso o politico sarebbe fattibile con le risorse attuali e produrrebbe risultati netti — quasi certamente negativi, ma metodologicamente utili.

C.6 Conclusione: il test linguistico come discriminante a basso costo

Il test linguistico ha un rapporto eccezionalmente favorevole tra costo e potere risolutivo. Non richiede nuovi scavi, nuovi campioni biologici, o finanziamenti importanti: richiede la collaborazione di un sinologo specializzato in cinese arcaico e di un linguista della famiglia Mixe-Zoque, e alcuni mesi di lavoro comparativo sistematico. Un risultato positivo — la scoperta di cognati regolari in un campo semantico coerente — sarebbe di portata straordinaria. Un risultato negativo — la conferma dell'assenza di corrispondenze fonetiche sistematiche — aggiungerebbe un tipo di evidenza indipendente, in un dominio diverso dalla genetica e dall'archeologia, alla valutazione complessiva dell'ipotesi. In entrambi i casi, il valore informativo è alto rispetto al costo.

BIBLIOGRAFIA

Sulla civiltà olmeca

Coe, Michael D. *America's First Civilization: Discovering the Olmec*. American Heritage Publishing, 1968.

Diehl, Richard A. *The Olmecs: America's First Civilization*. Thames & Hudson, 2004.

Grove, David C. "Olmec: What's in a Name?" In *Regional Perspectives on the Olmec*, a cura di R. Sharer e D. Grove. Cambridge University Press, 1989.

Flannery, Kent V., e Joyce Marcus. *The Cloud People: Divergent Evolution of the Zapotec and Mixtec Civilizations*. Academic Press, 1983.

Pohl, Mary E. D., Kevin O. Pope, e Christopher von Nagy. "Olmec Origins of Mesoamerican Writing." *Science* 298 (2002): 1984–1987.

Pool, Christopher A. *Olmec Archaeology and Early Mesoamerica*. Cambridge University Press, 2007.

Taube, Karl. *Olmec Art at Dumbarton Oaks*. Dumbarton Oaks, 2004.

Sulla scrittura Shang e il jiaguwen

Keightley, David N. *Sources of Shang History: The Oracle-Bone Inscriptions of Bronze Age China*. University of California Press, 1978.

Keightley, David N. *The Ancestral Landscape: Time, Space, and Community in Late Shang China*. Institute of East Asian Studies, University of California, 2000.

Li, Xueqin. *Eastern Zhou and Qin Civilizations*. Traduzione di K. C. Chang. Yale University Press, 1985.

Qiu Xigui. *Chinese Writing*. Traduzione di Gilbert Mattos e Jerry Norman. Society for the Study of Early China, 2000.

Shaughnessy, Edward L., a cura di. *New Sources of Early Chinese History*. Society for the Study of Early China, 1997.

Xu Zhongshu (徐中舒), a cura di. *Jiaguwen Zidian* (甲骨文字典). Sichuan Cishu Chubanshe, 1988.

Sulla tesi di Xu e il dibattito sui contatti transpacifici

Jett, Stephen C. *Ancient Ocean Crossings: Reconsidering the Case for Contacts with the Pre-Columbian Americas*. University of Alabama Press, 2017.

Kehoe, Alice Beck. *Controversies in Archaeology*. Left Coast Press, 2008.

Meggers, Betty J. "The Transpacific Origin of Mesoamerican Civilization: A Preliminary Review of the Evidence and Its Theoretical Implications." *American Anthropologist* 77, n. 1 (1975): 1–27.

Xu, Mike. *Origin of the Olmec Civilization*. University of Central Oklahoma Press, 1996.

Sulla navigazione transpacifica e i contatti precolombiani

Ioannidis, Alexander G., et al. "Native American Gene Flow into Polynesia Predating Easter Island Settlement." *Nature* 583 (2020): 572–577.

Muñoz-Rodríguez, Pablo, et al. "Reconciling Conflicting Phylogenies in the Origin of Sweet Potato and Dispersal to Polynesia." *Current Biology* 28 (2018): 1246–1256.

Storey, Alice A., et al. "Radiocarbon and DNA Evidence for a Pre-Columbian Introduction of Polynesian Chickens to Chile." *PNAS* 104, n. 25 (2007): 10335–10339.

Thompson, Gunnar. *American Discovery: The Real Story*. Misty Isles Press, 1992.

Sulla genomica delle popolazioni americane

Alexander, David H., John Novembre, e Kenneth Lange. "Fast Model-Based Estimation of Ancestry in Unrelated Individuals." *Genome Research* 19 (2009): 1655–1664.

Benjamini, Yoav, e Yosef Hochberg. "Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing." *Journal of the Royal Statistical Society B* 57, n. 1 (1995): 289–300.

Green, Richard E., et al. "A Draft Sequence of the Neandertal Genome." *Science* 328 (2010): 710–722.

Llamas, Bastien, et al. "Ancient Mitochondrial DNA Provides High-Resolution Time Scale of the Peopling of the Americas." *Science Advances* 2, n. 4 (2016): e1501385.

Moreno-Mayar, J. Víctor, et al. "Terminal Pleistocene Alaskan Genome Reveals First Founding Population of Native Americans." *Nature* 553 (2018): 203–207.

Nakatsuka, Nathan, et al. "A Paleogenomic Reconstruction of the Deep Population History of the Andes." *Cell* 181 (2020): 1131–1145.

Patterson, Nick, et al. “Ancient Admixture in Human History.” *Genetics* 192 (2012): 1065–1093.

Raghavan, Maanasa, et al. “Genomic Evidence for the Pleistocene and Recent Population History of Native Americans.” *Science* 349 (2015): aab3884.

Reich, David, et al. “Reconstructing Native American Population History.” *Nature* 488 (2012): 370–374.

Skoglund, Pontus, e David Reich. “A Genomic View of the Peopling of the Americas.” *Current Opinion in Genetics & Development* 41 (2016): 27–35.

Sulla fonologia del cinese arcaico

Baxter, William H., e Laurent Sagart. *Old Chinese: A New Reconstruction*. Cambridge University Press, 2014.

Schuessler, Axel. *ABC Etymological Dictionary of Old Chinese*. University of Hawai’i Press, 2007.

Zhengzhang Shangfang (郑张尚芳). *Shànggǔ Yīnxì* (上古音系). Shanghai Jiaoyu Chubanshe, 2003.

Sulla storia e la metodologia della scrittura

Daniels, Peter T., e William Bright, a cura di. *The World’s Writing Systems*. Oxford University Press, 1996.

Gelb, Ignace J. *A Study of Writing*. University of Chicago Press, 1952.

Houston, Stephen D., a cura di. *The First Writing: Script Invention as History and Process*. Cambridge University Press, 2004.

Sampson, Geoffrey. *Writing Systems: A Linguistic Introduction*. Seconda edizione. Equinox, 2015.

Sulla linguistica mesoamericana

Brown, Cecil H., et al. “The Mixe-Zoquean Languages.” In *The Languages of Native America: Historical and Comparative Assessment*, a cura di L. Campbell e M. Mithun. University of Texas Press, 2011.

Kaufman, Terrence, e John Justeson. “Epi-Olmec Hieroglyphic Writing and Texts.” In *FAMSI Reports*, Foundation for the Advancement of Mesoamerican Studies, 2001.

Sulla sociologia della scienza e l'epistemologia

Kitcher, Philip. *The Advancement of Science: Science without Legend, Objectivity without Illusions*. Oxford University Press, 1993.

Kuhn, Thomas S. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*. Einaudi, 1969 [ed. orig. 1962].

Latour, Bruno, e Steve Woolgar. *Laboratory Life: The Construction of Scientific Facts*. Princeton University Press, 1986.

Longino, Helen E. *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton University Press, 1990.

Sulla paleogenomica: studi metodologici citat

Belongie, Serge, Jitendra Malik, e Jan Puzicha. "Shape Matching and Object Recognition Using Shape Contexts." *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* 24, n. 4 (2002): 509–522.

Jónsson, Hákon, et al. "mapDamage2.0: Fast Approximate Bayesian Estimates of Ancient DNA Damage Parameters." *Bioinformatics* 29 (2013): 1682–1684.

Warinner, Christina, et al. "A New Era in Palaeomicrobiology: Prospects for Ancient Dental Calculus as a Long-Term Record of the Human Oral Microbiome." *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 370 (2015): 20130376.